Die

Sonnen- und Mondfinsternisse,

mit vorzugsweiser Berücksichtigung

der

Ergebnisse der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868.

Allgemein verständlich dargestellt

von

Hermann J. Klein,
Herausgeber der Gaea.

Mit 2 Figuren.

KREUZNACH,
Druck und Verlag von R. Voigtländer.
1870.

Die

Sonnen- und Mondfinsternisse,

mit vorzugsweiser Berücksichtigung

der

Ergebnisse der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868.

Allgemein verständlich dargestellt

von

Hermann J. Klein,
Herausgeber der Gaea.

Mit 2 Figuren.

KREUZNACH,
Druck und Verlag von R. Voigtländer.
1870.

12

Die

Sonnen- und Mondfinsternisse,

mit vorzugsweiser Berücksichtigung

der

Ergebnisse der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868.

Allgemein verständlich dargestellt

von

Hermann J. Klein,
Herausgeber der Gaea.

Mit 2 Figuren.

KREUZNACH,
Druck und Verlag von R. Voigtländer.
1870.



Die

Sonnen- und Mondfinsternisse,

mit vorzugsweiser Berücksichtigung

der

Ergebnisse der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868.

Allgemein verständlich dargestellt

von

Hermann J. Klein,
Herausgeber der Gaea.

Mit 2 Figuren.

KREUZNACH,
Druck und Verlag von R. Voigtländer.
1870.



Die

Sonnen- und Mondfinsternisse,

mit vorzugsweiser Berücksichtigung

der

Ergebnisse der totalen Sonnenfinsterniß vom 18. August 1868

und

der sich hieran anknüpfenden ferneren Untersuchungen.

Allgemein verständlich dargestellt

von

Hermann J. Klein.

Mit 2 Figuren.

Kreuznach,
Druck und Verlag von R. Voigtländer.
1870.



Inhaltsverzeichniss.

Einleitung.

Die Sonnen- und Mondfinsternisse gehören zu den auffälligsten Erscheinungen, welche sich für den gewöhnlichen Beobachter am Himmelsgewölbe ereignen. Sie haben daher auch von jeher das Privilegium gehabt, die Aufmerksamkeit selbst Derjenigen auf sich zu ziehen, die sonst niemals mit Nachdenken ihre Blicke auf das Firmament richten. Die Geschichte der alten Völker berichtet an vielen Stellen von der grossen Bedeutung, welche man, mit der wahren Natur dieser Erscheinungen nicht vertraut, denselben sowohl bezüglich der Geschicke ganzer Staaten als des Einzelnen beilegte. Es mögen nur zwei Beispiele in dieser Beziehung hier angeführt werden.

Seit den ältesten Zeiten spielen besonders die Sonnenfinsternisse in China eine bedeutende Rolle. Da der Kaiser als Sohn des Himmels betrachtet wurde, so musste seine Regierung ein Abbild der unverrückbaren Ordnung der himmlischen Bewegungen darstellen und umgekehrt spiegelte sich in diesen, der herrschenden Anschauung gemäss, die Harmonie der kaiserlichen Regierung ab. Trat eine Sonnenfinsterniss ein, so wurde dem Volke einige Tage vorher Nachricht von der Erscheinung gegeben. Der Kaiser und die Grossen des Reiches bereiteten sich durch Fasten und Anlegung von Busskleidung auf das Ereigniss vor. Am Tage

der Finsterniss begaben sich die Mandarinen mit Pfeil und Bogen bewaffnet zum Pallaste des Herrschers. Wenn die Finsterniss begann, so schlug der Kaiser auf der „Donnertrommel" den „Wunderwirbel" und die Mandarinen schossen Pfeile in die Luft um dem bedrohten Tagesgestirne beizustehen. Gleichzeitig ertönte in der Stadt eine ohrenzerreissende Musik von Pauken und Cimbeln, die der Volksmeinung nach dazu beitrug, der von einem himmlischen Drachen bedrohten Sonne zu helfen. Der ganze Verlauf der Finsterniss wurde von den Hofastronomen aufmerksam beobachtet und die einzelnen Stadien derselben aufgezeichnet und dem Kaiser gesandt. Zeigten sich Abweichungen von der Vorausberechnung — und solche mussten bei den äusserst mangelhaften Rechnungsmethoden der Chinesen nicht eben sehr selten sein — so gerieth der Hof in Bestürzung, denn es wurde dies als Beweis betrachtet, dass in der Staatsverwaltung beträchtliche Unordnungen eingerissen seien. Heute kennen die Gebildeten unter den Chinesen längst die wahren Ursachen der Finsternisse, allein so sehr hängt dieses Volk an dem Althergebrachten, dass auch in der neuesten Zeit noch die seit 4000 Jahren existirenden Ceremonien bei Sonnenfinsternissen ausgeführt werden.

Die Chinesen haben uns auch die älteste Nachricht über die Beobachtung einer Sonnenfinsterniss überliefert, von der wir wissen. Diese Finsterniss hatte Statt im Jahre 2158 vor Chr. zu einer Zeit als Sonne und Mond sich im Sternbilde des Skorpions befanden. Rückwärtsrechnungen, welche erst die neueste Zeit auszuführen im Stande war, haben in der That ergeben, dass diese Finsterniss unter den angegebenen Umständen wirklich beobachtet worden sein muss.

Im Jahre 584 vor Chr. trat für einen Theil Klein-Asien's eine totale Sonnenfinsterniss ein, als sich eben Allyattes König von Lydien und Kyaxares von Medien eine Schlacht lieferten. Die erschreckten Heere liessen vom Kampfe ab und die Fürsten schlossen Frieden. Zum Andenken an diese Begebenheit wurde eine grosse Darstellung der Finsterniss in den benachbarten Felsen gemeisselt. Diese Felsskulpturen hat zuerst in neuerer Zeit Texier bei dem Dorfe Boghaskoei im gebirgigen Theile des nordwestlichen Kappadociens aufgefunden, doch wurden sie erst von Barth, der sie später besuchte, als mit der genannten Finsterniss in Verbindung stehend, erkannt. —

Wenn wir gegenwärtig über die Ansichten der alten Völker von den Finsternissen und ihren Ursachen lächeln, so ist doch nicht zu vergessen, dass grade der irrthümliche Zusammenhang, in welchen man diese Erscheinungen mit den menschlichen Geschicken brachte, uns Nachrichten von manchen Finsternissen überliefert hat, welche heute für die Theorie der Mondbewegung von der höchsten Wichtigkeit sind. So dient der Irrthum vergangener Jahrtausende dazu, heute die Wahrheit aufzudecken in Bezug auf Dinge, von denen die Vorzeit keine Ahnung hatte.

Erklärungen.

Die Finsternisse zerfallen in zwei verschiedene Klassen: Finsternisse an der Sonne und Finsternisse am Monde.

Die Sonnenfinsternisse können entweder partial, ringförmig oder total sein.

Partiale oder theilweise Sonnenfinsternisse sind alle diejenigen, bei welchen selbst im Stadium der grössten Verfinsterung nur ein Theil der leuchtenden Sonnenscheibe sich verdunkelt.

Ringförmig wird eine Sonnenfinsterniss dann genannt, wenn zur Zeit der grössten Verfinsterung noch ein schmaler leuchtender Ring am Rande der Sonnenscheibe übrig bleibt.

Bei totalen Sonnenfinsternissen erscheint um die Mitte der Verfinsterung herum die ganze Sonnenscheibe verfinstert.

Totale und ringförmige Finsternisse erscheinen für gewisse Orte der Erde bloss partial.

Die Mondfinsternisse können nur totale oder partiale sein: ringförmige Mondfinsternisse gibt es nicht.

Eine totale Mondfinsterniss ist für alle Punkte der Erdoberfläche, wo sie sichtbar ist total, eine partiale allenthalben partial.

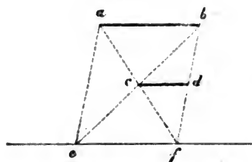
Sonnenfinsternisse treten nur zur Zeit des Neumondes, Mondfinsternisse nur zur Zeit des Vollmondes ein, doch ist nicht jeder Neumond von einer Sonnenfinsterniss und jeder Vollmond von einer Mondfinsterniss begleitet.

Eine Sonnenfinsterniss entsteht bekanntlich dann, wenn sich der Mond bei seiner Fortbewegung am Himmel für den Anblick von der Erde aus vor der Sonne vorbei schiebt. Da die scheinbaren Durchmesser von Sonne und Mond veränderlich sind, weil beide Himmelskörper nicht immer in gleicher Entfernung von der Erde sich befinden. so kann bisweilen zur Zeit einer Sonnenfinsterniss der Mond die ganze Sonnenscheibe verdecken. Eine totale Sonnenfinsterniss tritt dann ein, wenn der Mittelpunkt der Mondscheibe sich über den Mittelpunkt der Sonnenscheibe fortbewegt und gleichzeitig der scheinbare Durchmesser des

Mondes jenen der Sonne übertrifft. Diese beiden Umstände sind erforderlich, wenn eine Sonnenfinsterniss total werden soli. Ist der Monddurchmesser zwar grösser als der scheinbare Sonnendurchmesser, aber die Bewegung des Mondes so, dass sein Mittelpunkt für irgend einen Ort der Erde nicht über den Mittelpunkt der Sonne weggeht, so tritt im Allgemeinen eine partiale Sonnenfinsterniss ein. Wenn dagegen in dem Augenblicke, wo Sonnen- und Mondscheibe concentrisch stehen, der scheinbare Durchmesser der letztern kleiner ist als der erstere, so tritt eine ringförmige Sonnenfinsterniss ein.

Die mittlere Entfernung der Sonne vom Centrum der Erde beträgt sehr nahe 20000000 Meilen, jene des Mondes von der Erde nur 51800 Meilen. Zwei verschiedene Beobachter erblicken daher, wenn sie sich an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche befinden die Scheiben beider Gestirne nicht an denselben Orten des Himmels.

Figur 1.



In Fig. 1 erblickt ein Beobachter in f den Punkt d auf b projicirt, während ein Beobachter in g den Punkt c in der Richtung von b erblickt. Man erkennt hieraus deutlich den Grund, wesshalb eine Sonnenfinsterniss für den einen Ort der Erde total oder ringförmig erscheinen kann, während sie an einem andern Orte bloss partial ist. Ebenso wird man ohne Schwierigkeit begreifen, dass eine solche Finsterniss bisweilen für gewisse Orte partial ist, während an andern gar keine Verdeckung irgend eines Theiles der Sonnenscheibe durch den Mond stattfindet.

Wenn die Bahn des Mondes in derselben Ebene laege wie

die scheinbare Bahn der Sonne, also in der Ebene der Ekliptik, so würde bei jedem Neumonde eine Sonnenfinsterniss eintreten. Allein die Ebene der Mondbahn macht mit der Ekliptik einen Winkel von im Mittel 5°8'40", daher befindet sich der Mond zur Zeit des Neumondes oder der Conjunction bald über bald unter der Ekliptik.

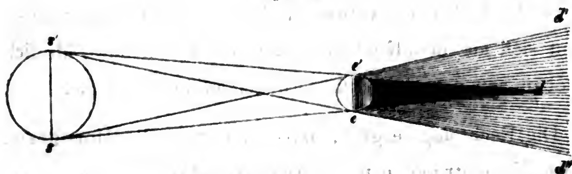
Die Mondbahn durchschneidet die Ekliptik in zwei Punkten, welche Knotenpunkte genannt werden. Befindet sich der Mond zur Zeit der Conjunction in einem seiner Knotenpunkte, so steht er also gleichzeitig auch in der Ebene der Ekliptik und es muss eine centrale Sonnenfinsterniss statthaben. Weil die scheinbaren Durchmesser von Sonne und Mond nicht unbeträchtlich sind, so kann der Mond selbst wenn er nicht ganz genau in der Ebene der Ekliptik sich befindet, dennoch eine partiale Sonnenfinsterniss verursachen. Untersucht man die hier statthabenden Bedingungen genauer auf dem Wege der Rechnung, so findet man, dass wenn zur Zeit des Neumondes, die Mittelpunkte von Sonne und Mond um weniger als 53'39" in Breite von einander abstehen mit Nothwendigkeit für irgend einen Ort der Erdoberfläche eine centrale Sonnenfinsterniss statthaben muss. Beträgt dagegen die Breite des Mondes zur Zeit der Conjunction mehr als 1°23'47", so findet nothwendig für die Erdoberfläche wenigstens eine partiale Sonnenfinsterniss statt; übersteigt die Breite aber 1°34"17', so kann überhaupt keine Sonnenfinsterniss mehr stattfinden. Da die Breite des Mondes, d. h. sein Winkelabstand, von der Ekliptik durch seine Entfernung von den Knoten bedingt ist, so kann man die obigen Grenzen auch so ausdrücken: Befindet sich der Mond zur Zeit des Neumondes um weniger als 15°24' in seiner Bahn von einem seiner Knoten entfernt, so tritt sicher eine

Sonnenfinsterniss ein; ist dieser Abstand aber grösser als 18°22′, so kann keine Finsterniss mehr stattfinden. —

Während die Sonnenfinsternisse weiter nichts als blosse scheinbare Verdeckungen des leuchtenden Tagesgestirns durch die dunkle Mondscheibe sind, erblicken wir dagegen in den Mondfinsternissen wahre Verdunklungen, die dadurch entstehen, dass der Mond in den Schatten der Erde tritt.

Da die kugelförmige Erde nur von der Sonne ihr Licht empfängt und kleiner als diese ist, so wirft sie einen kegelförmigen Schatten hinter sich, dessen Länge in mittlerer Entfernung von der Sonne 185,700 Meilen beträgt und dessen Axe in der Ebene der Ekliptik liegt. Der Mond steht im Maximum nur 54,650 Meilen vom Erdcentrum ab, seine Bahn ist dazu nur wenig gegen die Ekliptik geneigt, er kann daher ganz oder zum Theil in den Erdschatten eintreten, wodurch eine totale oder partiale Mondfinsterniss entsteht. Eine ringförmige Mondfinsterniss ist dagegen nicht möglich, weil der senkrechte Durchschnitt des Schattens in der Entfernung des Mondes diesen immer beträchtlich an Grösse übertrifft.

Figur 2.



In nebenstehender Fig. 2 bezeichnet s s′ die Sonne, e e′ die Erde. Die Sonnenstrahlen s e und s e′ tangiren die Erde und vereinigen sich in d. Der Raum e d e′ wird durch keinen Son-

nenstrahl erhellt, hier liegt also der **Kernschatten** der Erde. Der Kernschatten wird umgeben von dem sogenannten Halbschatten, wovon in der Figur d e' d' und e d d'' den Durchschnitt zeigen. Ein Punkt, welcher sich in diesem Halbschatten befindet, empfängt nur Licht von einem Theile der Sonnenscheibe und dieser Theil ist, wie man leicht sieht, um so kleiner, je näher jener Punkt an dem Kernschatten liegt.

Es ist klar, dass, weil eine Mondfinsterniss eintritt wenn sich der Mond durch den Schatten der Erde bewegt, diese Erscheinung nur zur Zeit eines Vollmondes statthaben kann, weil nur dann der Mond in der Richtung sich befindet, nach welcher hin sich der Schatten erstreckt. Da ferner die Axe des Schattenkegels beständig in der Ekliptik liegt, so darf gleichzeitig der Winkelabstand des Mondes von dieser letzteren oder seine Breite zur Zeit des Vollmondes eine bestimmte Grösse nicht überschreiten, wenn noch eine Mondfinsterniss statthaben soll. Wäre die Breite des Mondes gleich Null, d. h. bewegte er sich in der Ebene der Ekliptik, so würde bei jedem Vollmonde eine Verfinsterung eintreten; da ersteres nicht der Fall ist, so geht der Mond meist über oder unter dem Schattenkegel durch, nur selten schneidet er ihn. Die Möglichkeit oder Nothwendigkeit einer Mondfinsterniss bestimmt sich aus dem Knotenabstande des Vollmondes, ähnlich wie dies oben von den Sonnenfinsternissen erläutert wurde.

Die Rechnung ergibt, dass eine **totale** Mondfinsterniss nothwendig eintreten **muss**, wenn der Vollmond bis zu 3° 30' von einem seiner Knoten entfernt ist. In gleicher Weise **muss** eine **partiale** Finsterniss eintreten, wenn der Knotenabstand des Mondes bis 7° 47' beträgt. Die Grenzen der **Möglichkeit**

für eine totale Mondfinsterniss erstrecken sich auf 7° 19', für eine partiale auf 13° 21'.

Um die Grösse der Verfinsterung sowohl bei der Sonne als bei dem Monde anzugeben, denkt man sich die Durchmesser derselben in 12 gleiche Theile oder Zolle getheilt und gibt an, wie viele dieser Theile verfinstert werden. Eine zwölfzollige Finsterniss ist natürlich total.

Im Verlaufe eines Jahres können nie mehr als 7 Finsternisse, aber auch nie weniger als 2 (diese dann immer an der Sonne) eintreten. Es haben also für die Erde im Ganzen mehr Sonnen- als Mondfinsternisse statt. Weil aber die Mondfinsternisse allenthalben sichtbar sind, wo sich überhaupt der Mond zur Zeit derselben über dem Horizonte befindet, so hat jeder einzelne Ort der Erde ungleich mehr Aussicht eine Mondfinsterniss als eine Sonnenfinsterniss zu sehen. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass für einen einzelnen Ort nur alle zwei Jahre eine partiale und alle 200 Jahre eine totale Sonnenfinsterniss sichtbar ist.

Die mittlere Zeitdauer von einem Neumonde zum andern beträgt 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 2,9 Secunden und wird synodischer Monat genannt. Ein Sonnenjahr umfasst also 12 synodische Monate und 11 Tage. Wenn daher in einem gewissen Jahre an einem bestimmten Tage eine Sonnenfinsterniss eintrat, so muss in jedem folgenden Jahre immer 11 Tage früher abermals eine Finsterniss eintreten, vorausgesetzt, dass sich die Gestalt der Mondbahn und die Lage ihrer Knoten in der Ekliptik nicht ändern. Diese Voraussetzungen sind indess nicht zulässig. Einestheils ändert sich in der That die Gestalt der Mondbahn unaufhörlich, doch sind diese Aenderungen nur gering; um so beträchtlicher

hingegen verändert sich die Lage der Knoten. Sie bewegen sich, dem Laufe der Sonne entgegen, auf der Ekliptik zurück und zwar im Mittel jährlich 19° 19′ 43″, so dass sie in 18 Jahren 218 Tagen 22 Stunden den ganzen Himmel umwandern. Da die Knoten der Sonne in ihrer Bahn entgegenkommen, so braucht diese weniger als ein volles Jahr um zu demselben Mondknoten wieder zurückzukehren. Die genauere Rechnung zeigt, dass diese Zeit 346,62 Tage beträgt. Soll also nach Ablauf eines Vielfachen des synodischen Monats eine Finsterniss sich wiederholen, so muss dieses Vielfache auch gleichzeitig ein Vielfaches von 346,62 Tagen sein, da nur in diesem Falle der Mond mit der Sonne in der Nähe eines Knotens wieder zusammentrifft. Man findet nun, dass 223 synodische Monate = 6585 1/5 Tage sind und das 19 mal 346,62 Tage = 6585 4/5 Tage betragen. Nun betragen aber 6585 1/2 Tage genau 18 Jahre und 11 Tage. Sonach wiederholen sich die Finsternisse nach Ablauf dieser Periode in der nämlichen Reihenfolge. Diese Thatsache war schon den alten Babyloniern bekannt, sie nannten die Periode von 18 Jahren Saros und bedienten sich derselben um die Finsternisse vorher zu bestimmen. Doch ist dieser Cyclus keineswegs ganz genau und es bedarf jedesmal noch einer besonderen Untersuchung, ob eine nach diesem Cyclus angezeigte Finsterniss eintreffen wird oder nicht.

Berechnung der Finsternisse.

Da wie wir im Vorhergehenden gesehen haben, eine genaue periodische Wiederkehr der Finsternisse nicht stattfindet, so können die näheren Umstände jeder Finsterniss nur durch jedesmalige specielle Rechnung im Voraus ermittelt werden. Sehr einfach gestaltet sich diese Rechnung für die Mondfinsternisse, verwickelter für die Finsternisse an der Sonne, indem hier der jedesmalige Standort des Beobachters an der Erdoberfläche eine hauptsächliche Rolle spielt. Die vollständige Berechnung einer Sonnenfinsterniss umfasst drei verschiedene Aufgaben, nämlich:

1) Bestimmung der allgemeinen Verhältnisse der Finsterniss für die Erde im Allgemeinen
2) Bestimmung der näheren Umstände der Finsterniss für einen oder mehrere Orte der Erdoberfläche.
3) Bestimmung der Bahn des Mondschattens bei seinem Laufe über der Erdoberfläche.

Von diesen Berechnungen ist die erste am einfachsten und die drittte am umständlichsten.

Damit überhaupt die Berechnung der Finsterniss ausführbar sein soll, müssen vorher gewisse aus den Bewegungen der hier in Betracht kommenden Himmelskörper abgeleitete Grössen gegeben sein. Man nennt sie die Elemente der Finsterniss und es sind folgende:

a) Für die Sonnenfinsternisse.

1) Zeit des Neumondes oder der Conjunction bezeichnet durch t
2) Länge der Sonne und des Mondes „ „ λ, l
3) Stündliche Bewegung des Mondes in Länge „ „ $d\,l$
4) „ „ der Sonne „ „ „ „ $d\,\lambda$

5)	Breite des Mondes	bezeichnet durch	b
6)	Stündliche Bewegung des Mondes in Breite	„ „	db
7)	Parallaxe des Mondes	„ „	p
8)	„ der Sonne	„ „	π
9)	Halbmesser des Mondes	„ „	m
10)	„ der Sonne	„ „	μ

b) Für die Mondfinsternisse.

1)	Zeit des Vollmondes oder der Opposition	„ „	t
2)	Länge des Mondes	„ „	l
3)	Stündliche Bewegung des Mondes in Länge	„ „	dl
4)	„ „ der Sonne	„ „	dλ
5)	Breite des Mondes		b
6)	Stündliche Bewegung des Mondes in Breite		db
7)	Parallaxe des Mondes		p
8)	„ der Sonne		π
9)	Halbmesser des Mondes		m
10)	„ der Sonne		μ

Man sieht sofort, dass für Sonnen- und Mondfinsternisse die nämlichen Bestimmungsstücke oder Elemente erforderlich sind, mit der Ausnahme nur, dass für die Sonnenfinsterniss der Augenblick des Neumondes, für die Mondfinsterniss der Augenblick des Vollmondes zu kennen nothwendig ist.

Unter Länge des Mondes oder der Sonne versteht man bekanntlich den Winkelabstand vom Frühlingspunkte auf der Ekliptik von Ost gegen West gezählt. Ebenso ist die Breite nichts anders als der senkrechte Winkelabstand von der Ekliptik, + wenn das Gestirn nordlich, — wenn es südlich davon steht. Da die Sonne beständig in der Ekliptik bleibt, so ist ihre Breite gleich Null *). Statt durch Länge und Breite kann man die hier nothwendigen Oerter von Sonne und Mond auch durch **Rectascension** und **Declination** ausdrücken. Rectascension eines Gestirnes ist dessen östlicher Winkelabstand vom Frühlingspunkte

*) Streng genommen ist die Breite der Sonne allerdings nicht gleich Null, doch übersteigt sie nicht leicht 0,8" ist also für obige Betrachtungen völlig ohne Bedeutung.

auf dem Aequator gezählt; Deklination der kürzeste Winkelabstand vom Aequator. Die Deklinationen können nördliche oder südliche sein, im ersten Falle werden sie durch ein vorgesetztes + im letzteren durch — bezeichnet.

Die Parallaxe des Mondes ist nichts anderes als die scheinbare Grösse des Erdhalbmessers vom Monde aus gesehen. In gleicher Weise versteht man unter der Parallaxe der Sonne den Winkel unter welchem einem Auge in der Sonne der Erdhalbmesser erscheinen würde.

Um ein Beispiel zu geben von der Art und Weise, in welcher die Astronomen vorkommende Finsternisse zu berechnen pflegen, wollen wir bei den Mondfinsternissen beginnen, da deren Berechnung am einfachsten ist. Wir wählen die Mondfinsterniss vom 27. Januar 1869. Behält man die obigen Zeichen bei, so hat man für die Elemente:

t	$14^h\ 23^m\ 55{,}2^s$ m. Z. v. Berlin		
l	128° 13′ 56,5″	d l	+ 37′ 34,8″
b	—0° 47′ 27,5″	d b	+ 3′ 26,5″
p	1° 1′ 0′5″	π	8,7″
m	16′ 39,1″	μ	16′ 15,5″
d λ	+ 2′ 32,3″		

Man sucht zuerst den Halbmesser P des Kernschattens an der Stelle, wo er vom Monde durchschnitten wird nach der Formel:

$$P = p + \pi - \mu$$

man findet P = 44′ 53,7″

Hierauf berechne man den Winkel, welchen die relative Mondbahn mit der Ekliptik macht. Bezeichnet man diesen Winkel mit n so hat man

$$\text{tang } n = \frac{d\ b}{d\ l - d\ \lambda}$$

Man findet n = 5° 37′

Hierauf rechne man die Zeit t′ zwischen der Opposition und der Mitte der Finsterniss nach der Formel

$$t' = \frac{b \sin n \cos n}{d\ l - d\ \lambda}$$

Man findet $t' = 0,132$ Stunde oder nahe 7^m 55^s.

Man hat nun folgendes zu beachten:

1) Ist zur Zeit des Vollmondes die Breite des Mondes nördlich (also +) und gleichzeitig auch seine stündliche Bewegung in Breite nördlich (+), so tritt die Mitte der Finsterniss vor dem Augenblicke des wahren Vollmondes ein. Dasselbe findet statt bei südlicher (—) Breite und südlicher (—) stündlicher Bewegung des Mondes in Breite.

2) Ist dagegen die Breite des Mondes nördlich (+) seine entsprechende stündliche Bewegung aber südlich (—) so tritt die Mitte der Finsterniss nach dem Vollmonde ein. Dasselbe findet statt bei südlicher (—) Breite und nördlicher (+) stündlicher Bewegung.

Man kann diese Fälle in einer Regel zusammenfassen:

Hat die Breite des Mondes gleiches Vorzeichen mit der stündlichen Bewegung in Breite, so tritt die Mitte der Finsterniss vor dem Vollmonde ein; haben dagegen Breite und stündliche Bewegung des Mondes in Breite ungleiche Vorzeichen, so tritt die Mitte der Finsterniss nach dem Vollmonde ein.

Dieser letztere Fall findet in unserm Beispiele statt, man hat also die Grösse t' zu t zu addiren um den Augenblick der Mitte der Finsterniss zu erhalten und findet

$$t + t' = 14^h\ 31^m\ 50^s$$

Da in der Astronomie die Stunden von Mittag zu Mittag gezählt werden, so entspricht 14^h 31^m 50^s, die Zeit 2 Uhr 31 M. 50 S. Nachts und zwar nach mittlerer Berliner Zeit, da die Zeit des Vollmondes hierin angegeben wurde.

Um die Grösse der Finsterniss zu bestimmen, berechne man:

$$e = b \cos n$$

alsdann hat man für die Grösse g in Zollen

$$g = \frac{6}{m} (P + m - e).$$

Man findet $g = 5,2$ Zolle und zwar wird der nördliche Theil des Mondes verfinstert, da der Mond sich südlich von der Ek-

liptik befindet. Stände der Mond nördlich von der Ekliptik, so würde sein südlicher Theil verfinstert.

Um die halbe Dauer der Finsterniss zu bestimmen, berechne man

$$\cos z = \frac{e}{P + m}$$

Man findet z = 39° 53'. Nennt man nun Δ die halbe Dauer der Finsterniss, so ist

$$\Delta = \frac{e \sin n. \operatorname{tang} z}{d\ b}$$

Man findet $\Delta = 1^h\ 7^m\ 16^s$

Subtrahirt man diese Zahl von der Zeit der Mitte so erhält man den Anfang, addirt man sie zur Zeit der Mitte, so erhält man das Ende der Finsterniss.

Sonach hat also der Anfang statt um 1 Uhr 24 Min. 34 Sec. Nachts, das Ende um 3 Uhr 39 Min. 6 Sec. Nachts mittl. berl. Zeit. Wenn eine Mondfinsterniss total ist, so findet man die halbe Dauer der totalen Verfinsterung, indem man rechnet

$$\cos z' = \frac{e}{P - m}$$

und hierauf $\Delta' = \frac{e \sin n \operatorname{tang} z'}{d\ b}$

Da eine Mondfinsterniss für alle Orte, wo sie überhaupt sichtbar ist, in gleicher Grösse und zu gleicher Zeit erscheint, so erhält man die Augenblicke des Anfangs, der Mitte und des Endes für jeden andern Ort als Berlin sehr einfach.

Liegt dieser Ort nämlich östlich von Berlin so addire man den in Zeit verwandelten Längenunterschied zu den für Berlin berechneten Angaben, liegt der Ort westlich von Berlin, so subtrahire man diesen Unterschied. Beispiel. Paris liegt 11° 3' 30" westlich von Berlin. Da 1° = 4 Zeitminuten, 1' = 4 Zeitsecunden ist, so sind 11° 3' 30" Bogen = $44^m\ 14^s$ Zeitunterschied. Subtrahirt man diese Grösse von den für Berlin berechnenden Zahlen, so findet man für Paris:

Anfang der partialen Mondfinsterniss	Januar	27.	12^h	40^m	20^s
Mitte „ „ „	„	27.	13	47	36
Ende „ „ „	„	27.	14	54	52

Die vorstehende Berechnungsweise ist nicht ganz scharf und zwar, weil sowohl die Parallaxe als auch der Halbmesser und die stündliche Bewegung des Mondes für die Dauer der Finsterniss als unveränderlich angenommen wurden, was streng genommen nicht richtig ist. Doch ist die hierdurch entstehende Abweichung nur gering. Weit einflussreicher auf die wirklichen Augenblicke des Anfangs und Endes der Finsterniss, ist die Thatsache, dass der Schatten der Erde im allgemeinen in Wirklichkeit grösser erscheint und keineswegs so scharf abgegränzt ist, als er der Theorie nach sollte. Die Vergrösserung des Kernschattens ist sehr veränderlich. Im allgemeinen nimmt man $^1/_{60}$ als mittlere Vergrösserung an, so dass also der oben gefundene Werth von P noch um $^1/_{60}$ zu vergrössern wäre, ehe man daraus Anfang und Ende der Finsterniss bestimmt. Den Kernschatten umgibt koncentrisch noch der Halbschatten, welcher diejenigen Punkte im Raum umfasst, die nur einen Theil, aber nicht das ganze Sonnenlicht erhalten. Dieser Halbschatten wird begreiflicher Weise in der Nähe des Kernschattens immer dunkler und geht schliesslich in den Kernschatten selbst über. Sein Durchmesser P' in der Entfernung wo der Mond ihn schneidet ist:

$$P' = p + \pi + \mu$$

Man kann nach den obigen Formeln auch den Eintritt des Mondes in den Halbschatten berechnen, indem man dort allenthalben für P den Werth von P' einsetzt. Doch lässt sich dieser Eintritt, wie wir später sehen werden, nicht direct beobachten.

Um beiläufig die Gegenden der Erde zu erfahren, wo eine Mondfinsterniss überhaupt gesehen wird, bedient man sich am einfachsten eines Erdglobus. Wir nehmen als Beispiel wieder die Finsterniss vom 27. Januar 1869.

Der Anfang hatte statt um 1 Uhr 25 Min. nach Mitternacht mittl. berliner Zeit oder um 1^u 12^m wahre Berliner Zeit. Da der Mond in Opposition angenommen wird, so steht er nahe im

Meridiane aller Orte, welche 1st 12^m oder 18° westlich von Berlin liegen. Der Meridian von Berlin liegt 31° östlich vom Meridiane von Ferro, der gesuchte Meridian liegt also 31°—18° oder 13° östlich von Ferro. Sucht man nun auf diesem Meridiane denjenigen Ort, dessen geographische Breite gleich der Deklination des Mondes ist, so steht hier der Mond im Scheitelpunkte. Im Anfange der Finsterniss ist die Deklination des Mondes 17½ Grad nördl. Folglich steht der Mond zu dieser Zeit im Scheitelpunkte eines Ortes, der nahezu 13° östl. Länge von Ferro und 17½° nördl. Breite hat. Zieht man um diesen Punkt auf dem Globus einen grössten Kreis, so umschliesst dieser alle Orte, an welchen der Anfang der Finsterniss sichtbar ist. Ebenso verfährt man für das Ende der Finsterniss. Man findet als geogr. Länge des Ortes, welcher den Mond im Zenith sieht, nahe 339½ ö. L. v. F. und 17¼° n. Br. Auch um diesen Punkt beschreibt man einen grössten Kreis. Derjenige Theil der Erdoberfläche, welcher beiden Kreisen gemeinsam ist, sieht die Finsterniss ganz von Anfang bis zu Ende.

Nachdem wir im Vorhergehenden bei der Berechnung der Mondfinsternisse ausführlicher verweilt haben, können wir uns bezüglich der Berechnnng der allgemeinen Verhältnisse einer Sonnenfinsterniss für die Erde überhaupt kürzer fassen.

Hält man die obigen Bezeichnungen bei, nur mit dem Unterschiede, dass t die Zeit des wahren Neumondes oder die Conjunction ist, so berechne man wie zuvor

$$\text{tang } n = \frac{d\, b}{d\, l - d\, \lambda}$$

Hierauf

$$t' = \frac{b \sin n \cos n}{d\, l - d\, \lambda}$$

Dann ist die Zeit der Mitte der Finsterniss $= t + t'$ je nach der Breite und Stundenbewegung des Mondes in Breite.

Dann berechne man

$$e = b. \cos n$$

so ist die grösste Verfinsterung g in Zollen:

2

$$g = \frac{6}{\mu} (p - \pi + m + \mu - e).$$

Die Finsterniss wird ringförmig, wenn m kleiner als μ ist.
Berechnet man ferner:

$$h = \frac{\sin n}{d\ b}$$

$$\cos z = \frac{e}{p - \pi + m + \mu}$$

$$\cos z' = \frac{e}{p - \pi}$$

$$\cos z'' = \frac{e}{p - \pi \pm (m - n)} \text{ *)}$$

$$\cos z''' = \frac{e}{p - \pi + m + \frac{6-K}{6}\mu}$$

so ergibt sich die halbe Dauer der

partialen	Finsterniss	= h e tang z
centralen	„	= h e tang z'
totalen und ringförmigen	„	= h e tang z''
Verfinsterung von K Zollen		= h e tang z'''

Diese Vorschriften zur Berechnung der Sonnenfinsternisse für die Erde überhaupt müssen hier genügen. Die Berechnung der näheren Umstände für einen beliebigen Ort, ebenso wie des Ganges des Mondschattens über der Erdoberfläche erfordern mehr Vorkenntnisse als hier vorausgesetzt werden.



*) Anmerkung. Das + Zeichen vor (m—n) gilt für totale, das — Zeichen für ringförmige Finsternisse.

Aufzählung der Sonnenfinsternisse, welche im Laufe des gegenwärtigen Jahrhunderts in Europa sichtbar sein werden.

1870.	Dez.	22.	(in Deutschld.	9—10	Zoll	gross).
1873.	Mai	26.	(„ „	2— 3	„	„).
1874.	Oktob.	10.	(„ „	4— 7	„	„).
1879.	Juli	19.	(„ „	5— 7	„	„).
1880.	Dez.	31.	(„ „	1— 3	„	„).
1882.	Mai	17.	(„ „	2— 4	„	„).
1887.	Aug.	19.	(„ „	11—12	„	„).
1888.	Juli	23.	(„ „	4— 6	„	„).
1890.	Juni	17.	(„ „	5— 7	„	„).
1891.	Juni	6.	(„ „	3— 6	„	„).
1896.	August	9.	(„ „	7— 9	„	„).
1899.	Juni	8.	(„ „	1— 2	„	„).
1900.	Mai	28.	(„ „	6— 7	„	„).

Aus diesem Verzeichnisse ersieht man, dass im Laufe des gegenwärtigen Jahrhunderts nur die Sonnenfinsterniss am 19. August 1887 für einen Theil Deutschlands total sein wird. Die Linie der Totalität geht von Magdeburg über Berlin auf Moskau. Beim Beginne der Finsterniss ist die Sonne im mittleren Deutschland noch unter dem Horizonte, sie geht demnach verfinstert auf.

Erscheinungen, welche bei totalen Sonnenfinsternissen auftreten.

Unter den Finsternissen nehmen bezüglich des Interesses, welches die Beobachtung derselben darbietet, die totalen Sonnenfinsternisse unstreitig den ersten Rang ein.

Sobald der Mond die leuchtende Sonnenscheibe ganz verdeckt, erscheint derselbe wie von einer Glorie oder einem Heiligenscheine umgeben. Man nennt diese Erscheinung die Korona. Gleichzeitig erblickt man längs des dunkeln Mondrandes einen rothen Saum und eine Anzahl von gleichfalls rothen, zapfenförmigen Hervorragungen, welche man mit dem Namen Protu-

beranzen bezeichnet. Wir wollen nun specieller untersuchen, was die Beobachtungen über diese Erscheinungen festgestellt haben.

Die Korona.

Der erste bestimmte Bericht über einen leuchtenden Strahlenkranz, welcher den Mond zur Zeit der Totalität umgibt, findet sich gelegentlich der grossen Sonnenfinsterniss vom Jahre 1567. Die Erscheinung veranlasste damals die irrthümliche Meinung jene Finsterniss sei nicht total gewesen.

Im Jahre 1598 zeigte sich bei der in Torgau beobachteten totalen Sonnenfinsterniss die Korona in grossem Glanze und Kepler wurde dadurch veranlasst, sie als den äussersten Theil der leuchtenden Sonnenatmosphäre zu erklären.

Plantade und Clapiés beobachteten die Erscheinung im Jahre 1706. Nachdem die Sonne ganz verfinstert war, erschien die Mondscheibe von einem Ringe blendend weissen Lichtes umgeben, der eine Breite von 3 Bogenminuten besass. Dieser Ring war allenthalben gleich lebhaft, ging aber dann in eine schwächere Helligkeit über, die eine kreisförmige Fläche von 4 Grad im Halbmesser um den Mond bildete.

Im Jahre 1715 sah Halley bei der totalen Verfinsterung einen perlweissen Ring um den Mond, dessen Durchmesser er auf $^1/_5$ bis $^1/_6$ des Mondradius schätzte. Louville beobachtete in London genau dieselbe Erscheinung. Beide Astronomen glaubten, dass der Mittelpunkt des Ringes mit dem Mondcentrum zusammenfalle, dass er also dem Monde angehöre.

Im Jahre 1724 fand Maraldi, dass der Mittelpunkt der leuchtenden Corona mit dem Sonnenmittelpunkte zusammenfalle.

Ueber den Anblick der Corona bei der totalen Sonnenfinsterniss von 1778 berichtete Don Antonio de Ulloa an die Berliner Akademie der Wissenschaften:

„Fünf bis sechs Secunden nach dem völligen Eintritt, oder nach dem Anfang der totalen Verfinsterung, sahe ich um den Mond einen stark glänzenden Kreisbogen oder Ring, der schnell in einem Kreis sich zu bewegen schien, und mit einem entzündeten Kunstfeuer, so man um einen gewissen Mittelpunkt laufen lässt, konnte verglichen werden. Dieses Licht ward stärker und blendender, je mehr der Mittelpunkt des Mondes sich dem Mittelpunkt der Sonne näherte, und zur Zeit des Mittels der Finsterniss war dieser Kreisbogen 2 Zolle oder den sechsten Theil des Durchmessers des Mondes breit. Von diesem leuchtenden Kreisbogen verbreiteten sich allenthalben aus seinem Umkreise Lichtstrahlen, so man noch in der Entfernung des Mondes bald stärker bald schwächer sehen konnte, welches mich schliessen liess, dass dieses schwächere Lichtstrahlen wären, so sich einem feinen Dunstkreise, als derjenige ist, wo sich der Ring gestaltet hatte, mittheilen. Als die beiden Mittelpunkte der Gestirne anfingen sich zu entfernen, so fing auch der Ring an, schmäler zu werden; dieses geschah nach und nach in eben der Ordnung, die ich bei dessen Entstehung und Zunahme bemerkt hatte, er verschwand völlig vier oder fünf Secunden vor dem Austritt. Die Farbe des Lichtes war nicht allenthalben gleich: der dem Monde zunächst liegende Theil war roth, der darauf folgende fiel in's hell gelbe, und von der Mitte bis zur äussersten Gränze dieses Ringes verlor sich diese gelbe Farbe bis sie endlich ganz in's weisse fiel. Sie hatte allenthalben gleich starken Glanz, und ihre wirbelförmige Bewegung, so allen Theilen des Lichts gemein war, schien die Gestalt und Lage der Strahlen zu verändern, indem sie bald länger, bald kürzer zu sehen waren, ohne indessen eine Veränderung in der Farbe des Ringes oder in ihrer Eintheilung hervorzubringen. Vier bis fünf Secunden vor Entstehung des lichten Ringes und ebenso viele Zeit nachher, sah man wie beim Eintritt der Nacht, die Sterne 1. und 2. Grösse; allein da der Ring seinen stärksten Glanz hatte, sah man nur noch die Sterne 1. Grösse."

Bowditsch und Ferrer sahen die Korona am 18. Juni 1806. Sie war nach dem Zeugnisse des letztgenannten Astronomen

6 Bogenminuten breit, perlweiss und mit der Sonne concentrisch. Von dem äussersten Rande des hellen Ringes gingen Strahlen aus bis zu 3 Grad Länge.

Bei der totalen Sonnenfinsterniss von 1842 erschienen diese Strahlen in Montpellier nach den Beobachtungen von Peytal, verschlungen wie ein Pack Hanfheede. Mayette in Perpignan bemerkte verschiedene derselben, die auf dem Mondrande nicht senkrecht standen, so dass sie in ihrer Verlängerung weder durch den Mittelpunkt des Mondes noch durch denjenigen der Sonne gehen konnten; nach den Wahrnehmungen von Dalbiez in Perpignan würden sogar mehrere den Mondrand tangiren. Die Länge solcher Strahlen erscheint in einzelnen Fällen ganz ungemein verschieden. Flaugergues schätzte sie 1842 auf mehr als 1 Grad. Otto Struve und Schidloffsky sahen in Lipezk Strahlenbündel, die vom Mondrande aus gerechnet, 3 und selbst 4 Grad lang erschienen. Die eigentliche Korona zeigte sich bestehend aus zwei Theilen. Der innere, die Mondscheibe zunächst umgebende helle Ring bildet durchgängig die Basis der Strahlenbüschel. Die Breite desselben betrug 1842 im Mittel aus verschiedenen Messungen 3 Bogenminuten. Der Glanz der Korona war bei dieser Finsterniss an verschiedenen Orten so bedeutend, dass sie in Montpellier schon sechs Secunden vor der gänzlichen Bedeckung der Sonne erschien und in Salon und Alais sichtbar war, obgleich hier die Finsterniss nicht total wurde. Valz sah die Korona noch einige Secunden nach dem Wiedererscheinen des Sonnenrandes. In Perpignan und Padua konnte man kein Schatten in Folge des Lichtes der Korona unterscheiden, dagegen sagt Largeteau, der zu Salon beobachtete, dass er allerdings schwache, aber unzweifelhafte Schatten wahrgenommen habe.

Bei der Finsterniss vom 8. August 1850 fand Kutczycki auf einer der Sandwichinseln, die Gestalt der Korona durch ungleich von einander abstehende und verschieden lange Strahlen sehr unregelmässig. Ihr Glanz nahm gegen den Mondrand hin zu, ohne jedoch einen deutlich begränzten ringförmigen Saum zu bilden. Nach Aussen verlor sich das Leiht allmählich auf

dem Himmelsgrunde. Die Korona zeigte einige dunklere Striche, deren Lage unverändert blieb; sie verschwand zugleich mit dem vollkommenen Hervorbrechen des ersten Sonnenstrahles. Bei der totalen Sonnenfinsterniss am 28. Juli 1851 zeigte die Korona eine Anzahl von divergirenden Strahlen, die ihr vollkommen das Ansehen einer sogenannten Glorie gaben. J. F. Jul. Schmidt, der diese Finsterniss zu Rastenburg in Ostpreussen beobachtete, bemerkt über die Korona:

„Gleichzeitig sah ich das Erlöschen des letzten Sonnenstrahles im Fernrohr und mit freiem Auge. In demselben Augenblick leuchtete um den ringsum tiefdunkeln Mond der schimmernde Strahlenkranz, im Mittel $1/4^0$ breit, nach Aussen allmählich an Glanz abnehmend, und mit einer Menge von verlängerten, strahlenähnlichen Ausläufern versehen. Obgleich ich die wunderbare Erscheinung nur etwa 2 Secunden betrachten konnte, fiel es mir doch beim ersten Anblick auf, dass die beiden Hauptarme der Korona nahezu gegen die Planeten Merkur und Venus gerichtet waren, welche mit starkem Lichte zu beiden Seiten des Mondes leuchteten. Die Farbe der Korona war mit freiem Auge gesehen entschieden mattgelblich und sicher nicht rein weiss; ihr äusserer Umfang war nirgends einigermassen begränzt, so dass bei Angabe ihrer Breite grosse Willkür herrschen kann. Als ich sodann nach Beseitigung des Dämpfglases wieder durch das Fernrohr sah, zeigte sich der völlig schwarze Mond ausserordentlich scharf im Lichte der Korona begränzt. Diese mit eigenthümlichen helleren und meistens breiten Ausläufern versehen, die ich nur mit den weissen Strahlen grosser Nordlichter, oder mit den Lichtgarben vergleichen kann, welche man oft beim Untergange der Sonne am theilweise bewölkten Abendhimmel bemerkt, zeigte in keinem ihrer Theile irgend welche Spur einer Bewegung, keine Andeutung von Flimmern, kein Strahlenschiessen, keine Veränderung der Intensität. In vollkommener Unbeweglichkeit erhielt sie ihr Ansehen, wie ich es beschrieben, nur dass ihr Glanz späterhin an jener Stelle zunahm, an welcher der erste Sonnenstrahl wieder erscheinen sollte. Mit Sicherheit kann ich behaupten, dass auf

dem Grunde der Korona nirgend dunkle Linien vorkamen. Die helleren Strahlen immer doch an Breite 15″ bis 30″, lagen meist dicht neben einanner, und oft so nahe, dass ihre Seitenränder sich berührten, so dass Einige dadurch das Ansehen erhielten, als ob ihre Ränder heller wären als die Mitte. In unmittelbarer Nähe des Mondrandes waren die Trennungen weniger gut sichtbar; die Radiation trat erst weiter nach Aussen deutlich hervor."

Hind der zu Rävelsberg beobachtete, sah die Korona noch 5 Secunden nach dem Ende der totalen Verfinsterung; Goujon sah sie in Danzig ebenso lange vor Beginn der Totalität.

Die Sonnenfinsterniss vom 18. Juli 1860, welche von einer grossen Anzahl Astronomen in Spanien beobachtet wurde, hat bezüglich des äussern Anblicks der Korona dem bis dahin Bekannten nichts wesentlich Neues hinzugefügt. Einzelne Strahlen standen nicht senkrecht auf dem Mondrande und zeigten sich verschieden an den einzelnen Beobachtungsorten. Die Korona war einige Secunden vor und nach der Totalität sichtbar.

Bei der Finsterniss am 25. April 1865 zeigt sich in Rio de Janeiro der Ring der Korona scharf begränzt und von perlweisser Farbe. Fünf parallele Strahlenbüschel von ebenfalls weisser Farbe gingen fast senkrecht vom Rande dieses Ringes aus; keiner davon reichte bis auf dem Mondrand herab.

Auch bei der grossen Sonnenfinsterniss am 18. August 1868 zeigte sich die Korona in prachtvollem Glanze. Einige Beobachter erblickten Lichtstrahlen von ihr ausgehend. Spörer, der mit den übrigen Mitgliedern der deutschen Expedition zu Molwar in Ostindien beobachtete, sah indess keine Spur derselben und schliesst hieraus, dass jene Strahlen nur durch unsere Atmosphäre hervorgebracht werden, mit dem Sonnenkörper selbst aber nichts zu thun haben. Diesem Schlusse muss man vollkommen beistimmen, wenn man die grossen Winkelausdehnungen betrachtet, unter welchen jene Lichtstreifen bisweilen erscheinen. Gehörten sie der Sonne in Wirklichkeit zu, so müsste ihre wahre Länge 500,000 bis 1,000,000 Meilen betragen, was nicht wohl anzunehmen ist.

Die Frage ob die Korona bloss in reflectirtem Sonnenlichte

leuchtet, oder ob sie eignes Licht aussendet, ist in mehrfacher Hinsicht von Wichtigkeit. Arago gebührt das Verdienst zuerst auf Mittel hingewiesen zu haben, diese Frage einer Entscheidung näher zu bringen. Die neuere Physik hat gezeigt, dass das Licht selbstleuchtender Körper, wenn es von einem Gegenstande reflectirt wird, Eigenschaften besitzt, welche die directen (nicht reflectirten) Strahlen nicht zeigen; man nennt es dann polarisirt. Diese Eigenschaften lassen sich mittels eines sogenannten Polariscops erkennen, das im wesentlichen aus einem achromatisirten Kalkspathprisma vor dem ein dünnes Gypsplättchen angebracht ist, besteht. Wenn man die Sonne durch ein mit einem derartigen Polariskop versehenes Fernrohr betrachtet, so erblickt man zwei Bilder von gleicher Farbe und Helligkeit, zwei weisse Bilder.

Das von einem Wasserspiegel oder einer Glasfläche reflectirte Sonnenbild zeigt sich ebenfalls doppelt, aber beide Componenten erglänzen in den lebhaftesten und entgegengesetzten Farben, ist das eine Bild roth, so erscheint das andere grün und umgekehrt. Im Jahre 1842 schlug Arago vor, dieses Mittel anzuwenden, um die Natur des Lichtes der Korona zu erforschen. Sein Vorschlag ist bei der Finsterniss des damaligen Jahres in der That schon ausgeführt worden, ohne indess zu definitiven Resultaten zu geleiten. Arago erblickte selbst mittels seines Polariskops die beiden Bilder der Korona entgegengesetzt (complementär) gefärbt. Auch Mauvais fand mittels eines Savart'schen Polariscops allenthalben in der Korona farbige Streifen. Pinaud und Boisgiraud dagegen bemerkten keine Spur von Färbung der Korona im Polariskop. Bei der Finsterniss von 1851 versuchte Carrington, der zu Lilla-Edat beobachtete, vergebens Spuren von Polarisation im Lichte der Korona wahrzunehmen, während dagegen d'Abbadie in Frederiksvaerk deutliche Polarisation erkannte. Seitdem ist die Korona noch verschiedene Male mittels des Polariscops untersucht worden, zuletzt gelegentlich der grossen Finsterniss am 18. August 1868, wo Campbell ihr Licht polarisirt fand, aber übereinstimmende Resultate sind nicht erzielt worden. Die Thatsache, dass in der Richtung

nach der Korona polarisirtes Licht gefunden worden, würde unzweifelhaft beweisen, dass sie nicht selbstleuchtend ist, wenn nicht dabei zu bedenken wäre, dass die gefundene Polarisation eine Folge des vielfach reflectirten atmosphärischen Lichtes ist, welches in der nämlichen Richtung wie die Korona selbst gesehen wird.

Eigenthümliches Licht des Mondes bei totalen Sonnenfinsternissen.

Während einer Sonnenfinsterniss ist die uns zugekehrte Seite des Mondes aller directen Sonnenstrahlen beraubt; es ist Mitternacht für die Mitte der diesseitigen Mondhemisphäre. Zu dieser Zeit empfängt die uns zugewandte Halbkugel des Mondes nur Strahlen, welche von der Erde auf den Mond zurückgeworfen werden. Diese Strahlen sind allerdings stark genug um zur Zeit des ersten und letzten Mondviertels und selbst noch alsdann, wenn der Mond etwas mehr als zur Hälfte erleuchtet ist, seine Nachtseite uns sichtbar zu machen. In der That entsteht das aschgraue Licht des Mondes durch reflectirtes Erdenlicht, es ist, wie man mit Recht hervorgehoben hat, der Widerschein eines Widerscheins. Allein ist es auch möglich, dieses aschgraue Licht zur Zeit einer totalen Sonnenfinsterniss wahrzunehmen? Diese Frage lässt sich nur durch Beobachtungen beantworten. Bei vielen totalen Sonnenfinsternissen hat man sich vergebens bemüht irgend etwas auf der dunklen Mondscheibe zu unterscheiden. In einigen anderen Fällen dagegen ist diese allerdings in einer Art von phosphorischem Glanze erschienen. So sah Birger Vassenius während der totalen Sonnenfinsterniss des Jahres 1773 die hauptsächlichsten Mondflecke und das Gleiche behauptet Ferrer bei der Finsterniss von 1806 bemerkt zu haben. Ebenso berichtet Piola, dass er am 8. Juli 1842 das aschfarbene Licht des Mondes wahrgenommen habe.

Bei der ringförmigen Finsterniss am 30. October 1864 sah Mauchez zu San Catharina in Brasilien, in dem Augenblicke

als die Scheiben von Sonne und Mond concentrisch waren, das Centrum des Mondes völlig dunkel, aber von hier aus gegen den Rand nahm die Helligkeit regelmässig zu und letzterer erschien heller oder doch ebenso hell als das aschgraue Licht der Mondsichel kurze Zeit vor oder nach dem Neumonde. Die ganze Erscheinung verschwand und die Mondscheibe war gleichförmig dunkel, als der leuchtende Ring gerissen und die Mitte der Finsterniss vorüber war.

Mit den vorhergehenden Erscheinungen zum Theil im Zusammenhange steht die Thatsache, dass bisweilen der dunkle Mondrand wahrgenommen wurde, ehe er sich auf der Sonne projicirte. Am 8. Juli 1842 sah Arago etwa 40 Minuten nach dem Beginne der Finsterniss den dunklen Mondrand sich deutlich auf dem Himmel abzeichnen; Bouvard in Digne und Flaugergues in Toulon sahen Aehnliches, andere Beobachter haben hiervon nichts bemerkt. Bei der Sonnenfinsterniss am 5. März 1867 sahen Struve und Wagner in Pulkowa zur Zeit der grössten Verfinsterung (die 9,8 Zolle betrug) einen Theil des Mondrandes ausserhalb der Sonnenscheibe. Schwabe in Dessau sah dieselbe Erscheinung und bemerkt, dass dieser Theil des Mondes sich durch eine weit tiefere Schwärze von der dunklen Luft unterschied. Aus dieser Bemerkung ergiebt sich leicht, dass man es hier nur mit einem Contrastphänomen zu thun hat. Die äusseren, keineswegs scharf abgegränzten Theile der Korona waren für sich allein nicht sichtbar, wohl aber ihre Begrenzung da wo diese durch die dunkle Mondhemisphäre gebildet wurde.

Gelegentlich der Finsterniss vom 7. September 1858, welche Liais in der Bai von Paranagua in Brasilien beobachtete, war es 3/4 Stunde vor Beginn der Totalität nur mit Mühe möglich, eine kleine Verlängerung des Mondes von 4 oder 5 Bogen-Minuten ausserhalb der Sonnenscheibe wahrzunehmen. Als dagegen das Bild des Mondes mittels eines Objectivs von 3 Zoll Oeffnung auf einer matten Spiegeltafel entworfen wurde, erschien der ausserhalb der Sonne befindliche Theil sehr klar und heller als die benachbarten Regionen. Später, während der Totalität

war es nicht mehr möglich, dasselbe wahrzunehmen. Liais ist der Ansicht, dass diese Wahrnehmungen sich keineswegs durch Contrast (negatives Sehen) erklären lassen, sondern dass das aschfarbene Licht hierbei eine bedeutende Rolle spiele.

Leuchtende Punkte auf der Mondscheibe während totaler Sonnenfinsternisse.

Lichterscheinungen auf der Mondscheibe zu der vorstehend genannten Zeit sind zuerst im Jahre 1706 von mehreren Personen zu Budissin, dann 1715, von Louville wahrgenommen worden. Der Beobachter vergleicht sie mit dem Aufblitzen einer kleinen Pulvermenge und bemerkt, dass sie vorzugsweise in der Nähe des östlichen Mondrandes auftraten. Dieselbe Erscheinung wurde bei dieser Finsterniss noch von andern Beobachtern wahrgenommen.

Halley, dessen Autorität als Astronom mit Recht eine grosse ist, sah bei der nämlichen Finsterniss einige Zeit vor dem Austritt eine Art von Blitzen in der Nähe des westlichen Mondrandes. Wichtiger und häufiger genannt, ist die Beobachtung eines hellen Lichtes in der dunklen Mondscheibe, welche Don Ulloa bei der totalen Sonnenfinsterniss am 24. Juni 1778 anstellte. Der Beobachter berichtet wörtlich folgendes:

„Bevor der Sonnenrand hinter dem Rande des Mondes zum Vorscheine kam, sah man nahe beim Rande des Mondes einen sehr kleinen Punkt der Sonne, welchen man mit blossen Augen nicht bemerken konnte; da ich ihn aber mit einem Seherohr betrachtete, schätzte ich ihn sogleich für einen Stern der vierten Ordnung (der Grösse nach) und nachher schien er sich so stark zu vergrössern, bis er die Grösse eines Sternes der dritten Ordnung erhalten hatte. Seine erste Erscheinung, ich verstehe, bevor der Sonnenrand hinter dem Mond hervorgekommen, dauerte ungefähr $^5/_4$ Minute. Der Punkt (der Sonne), welcher eher ist gesehen worden, als der Sonnenrand angefangen hatte, hinter der

Mondscheibe auszutreten, ist eine ganz besondere, bisher noch gar nicht bekannte Erscheinung. (Es lässt sich aber gar nicht daran zweifeln, da es Mehrere sahen.) Dieser Punkt nahm mehr und mehr zu, als er so gross geworden war, als ein Stern der zweiten Ordnung, so kam der Sonnenrand hinter dem Mond hervor. Die Dauer zwischen der ersten Erscheinung dieses Punktes bis zum Austritt des Sonnenrandes betrug $^5/_4$ Min. Gedachter leuchtender Punkt befand sich an dem nordwestlichen Theile der Mondscheibe, ein wenig mehr gegen Norden liegend als der Ort, wo die Sonne zu Anfang des Austrittes sich sehen liess; und es ist zu bemerken, dass ausser diesem kein anderer leuchtender Punkt in der ganzen Mondscheibe ist bemerkt worden. Die Farbe war feuerroth, wie wenn man die Sonne durch ein dunkeles Glas betrachtet."

Ulloa erklärte diesen hellen Punkt für ein Loch im Monde, durch welches die dahinter befindliche Sonne hindurchschien. Nach Lalande's Berechnung hätte dieses Loch eine Tiefe von 50 geogr. Meilen haben müssen.

Bei der Sonnenfiinsterniss von 1842 sah Valz verchiedene leuchtende Punkte in der Nähe des Mondrandes. Ihr Licht war weiss, ähnlich dem Sonnenlichte und von jedem dieser Punkte ging ein Lichtstreifen aus, welcher demjenigen glich, den man in einem dunklen Zimmer von der Oeffnung ausgehen sieht, durch welche das Sonnenlicht eindringt; er war stärker divergirend und hatte sehr genau die Lage der Streifen, welche den Heiligenschein bilden. Leuchtende Punkte im Innern und nahe beim Rande der dunklen Mondscheibe wurden ausserdem noch von verschiedenen Personen in Marseille, Aix, Anduse, Nimes ꝛc. gesehen. Zantedeschi in Venedig bemerkte schwache intermittirende Blitze auf dem Monde und Wüllersdorf sah gleichfalls von Zeit zu Zeit leuchtende Strahlen daselbst.

Pinaud und Boisgiraud berichten von der nämlichen Finsterniss, dass um die Zeit der Mitte der Totalität einer von ihnen plötzlich einen glänzenden, lebhaft scintillirenden Punkt im südöstlichen Theile des Mondes, unveränderlich verharrend er-

blickt habe. Er verschwand einen Augenblick vor dem Ende der totalen Verfinsterung.

Wären die von Valz gesehenen Punkte Oeffnungen in dem Monde gewesen, ähnlich wie Ulloa annahm, so hätte ihnen eine Tiefe von 70 Meilen zukommen müssen. Valz glaubte, sie seien durch tiefe Thäler auf der Mondscheibe entstanden. Doch müsste ein solches Thal vier Meilen unter der allgemeinen Oberfläche des Mondes eingeschnitten sein. Arago war geneigt, die Erscheinung, besonders der leuchtenden Blitze in der Nachtseite des Mondes, durch vorüberziehende Sternschnuppen zu erklären. Diese Erklärung ist nicht unmöglich, aber auch nicht wahrscheinlich.

Am 7. September 1858 sah Pinalais kurz vor der Totalität auf der Mitte der Mondscheibe einen hellen gelblichen Fleck. Liais will diese Wahrnehmung mit dem oben besprochenen aschgrauen Lichte des Mondes in Zusammenhang bringen.

Nach Beendigung der Sonnenfinsterniss vom 18. Juli 1860 wurde von dem aegyptischen Astronomen Mahmud Bey, der in Nubien beobachtete von verschiedenen glaubwürdigen Personen übereinstimmend mitgetheilt, dass sie während der totalen Bedeckung, ungefähr gegen die Mitte der dunklen Scheibe, einen hellen, weisslichen runden Punkt gesehen hätten. Dieselbe Finsterniss wurde von Baur und Mannheim zu Batna in Algier beobachtet. Diese Beobachter bemerkten einen leuchtenden Punkt zur Zeit der Totalität auf der Mondscheibe, der eine mit blossem Auge, der andere im Fernrohr. Der Letztere bemerkte, dass jener leuchtende Punkt sich verlängerte und von der Scheibe wegziehend, mit der strahlenden Korona sich vereinigte.

Vorstehend sind sämmtliche Beobachtungen von leuchtenden Punkten auf der Mondscheibe zur Zeit totaler Sonnenfinsternisse, vereinigt. Kann man daraus schliessen, dass auf der Mondoberfläche bisweilen grössere oder kleinere Räume selbstleuchtend werden? Oder darf man an Ausbrüche von Mondvulkanen denken? Die Beobachtungen scheinen noch lange nicht zahlreich genug, um zu sicheren Schlüssen einen genügenden Anhaltspunkt zu geben. Doch darf man wenigstens die Möglichkeit nicht in Abrede

stellen, dass einige der leuchtenden Punkte auf der Mondoberfläche selbst ihren Sitz hatten, wenngleich an eine Oeffnung durch den ganzen Mond, wie Ulloa wollte, nicht zu denken ist.

Zitternde Bewegungen des Lichtes kurz vor und nach der Totalität.

Auf diese merkwürdigen Bewegungen ist man hauptsächlich erst bei den Finsternissen seit dem Beginne der zweiten Hälfte des gegenwärtigen Jahrhunderts aufmerksam geworden. Bei der totalen Sonnenfinsterniss des Jahres 1842 veranlasste Arago mehrere Personen dem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit zu schenken. Folgendes sind die hauptsächlichsten Resultate:

Als die Finsterniss eben total werden sollte, sah man auf der weissen Mauer eines Militärgebäudes in Perpignan, die letzten Strahlen der Sonne heftig und mit grosser Geschwindigkeit unduliren. Der Vorgang wurde mit der Erscheinung verglichen, wenn die Sonnenstrahlen, die von einer bewegten Wasserfläche zurückgestrahlt werden, auf eine Wand oder Decke fallen. Die Erscheinung wiederholte sich im Augenblicke des Austritts der Sonne und wurde von ungefähr 20 Personen gesehen.

Zu Seyne sah man Schatten und helle Flecken, die sich einander zu jagen schienen, ähnlich den Schatten, welche kleine vor der Sonne vorüber ziehende Wolken erzeugen. Die hellen Flecken erschienen theils roth, theils gelb, blau und weiss.

In Alais erblickte man abwechselnd helle und schattige Streifen von grosser Länge, parallel und von Westen nach Osten gerichtet; sie erschienen wie die Falten eines ungeheuren Vorhanges, rollten gewissermassen wellenförmig fort und wurden um so auffallender je schmaler das sichtbare Sonnensegment war.

Aehnliche Schatten zeigten sich auch in Avignon auf dem Erdboden und an den Wänden. Sie schienen aus einer Reihe von Bögen von 3 bis 4 Zehntelmeter Länge und geringer Breite zu bestehen, die sich um sich selbst drehten.

Die totale Finsterniss des Jahres 1851 hat ebenfalls solche zitternde Bewegungen gebracht. In der Umgegend von Rastenburg wurde die Erscheinung vielfach beobachtet. Wenige Secunden vor dem Verschwinden des letzten Sonnenstrahles bemerkte man auf einer weissen Wand eine schnelle von Süd nach Norden gerichtete Bewegung von farblosen, hellen und dunkeln Streifen. Sie schienen sich wie die Speichen eines Rades um ein auf dem Boden befindliches Centrum zu drehen. Andre Personen bemerkten eine grosse Anzahl von langen, geraden, hellen und dunkeln Streifen, welche sich schnell über Kornfelder und Landstrasse hinbewegten und zwar von Nordwest nach Südost der Art, dass sie in der Richtung nach der Sonne hin auf dem Boden ein Centrum zu haben schienen. In Ortelsburg sahen zwei Personen den Schatten einer zolldicken Stange kurz vor der Totalität mit farbigen Rändern umgeben.

Bei der Finsterniss vom 18. August 1868 sah Pierre von der Höhe eines Berges in der Nähe von Whatonne vor der Totalität, elfmal in der Richtung von Nordost zu Ost, einander parallel, sieben getrennte Streifen, die sich senkrecht zum Horizont über Meer und Himmel ausbreiteten und nach und nach aus Roth in Purpurviolett übergingen. Die Beobachter zu Manila auf den Phillipinen sahen über ein weisses auf ebenen Boden gelegtes Papier eine grosse Zahl von Linien, von Osten nach Westen vorüberziehen. Die Form dieser Linien war schlangen- oder wellenförmig. Bereits bei der totalen Sonnenfinsterniss in Spanien hatte man etwas ganz Aehnliches wahrgenommen

Eine hypothesenfreie Erklärung dieser merkwürdigen Phänomene ist gegenwärtig noch nicht zu geben. Arago glaubte, dass es sich hier um Wirkungen der Interferenz handle.

Perlschnurartige Lichtpunkte am Mondrande.

Diese treten bisweilen dann auf, wenn der Sonnenrand nur noch einen schmalen Lichtfaden bildet. Man hat die Erscheinung auch

als Rosenkranzkörner bezeichnet. Seit Halley 1715 darauf aufmerksam machte, ist das Phänomen von einer grossen Anzahl von Beobachtern wahrgenommen worden, während andere Nichts davon sahen. Im Jahre 1842 sah man dasselbe in Montpellier, während man in der Superga und zu Pavia, sowie in Perpignan nichts dergleichen bemerkte. Es ist gewiss, dass die ganze Erscheinung mit der physischen Constitution der Sonne nichts zu thun hat, sondern hauptsächlich den Unregelmässigkeiten am Mondrande zuzuschreiben ist.

Die Protuberanzen.

Die erste Wahrnehmung einer Erscheinung, welche mit den Protuberanzen oder den rothen Hervorragungen am Sonnenrande in naher Verbindung steht, gehört Stannyan aus Bern an, der am 12. Mai 1706 vor dem Wiedererscheinen der verfinsterten Sonne, am linken Rande derselben einen bluthrothen Saum bemerkte. Einen ähnlichen dunkelrothen Saum sah Lord Aberdour bei der ringförmigen Finsterniss am 18. Februar 1717. Derselbe erschien unmittelbar vor und unmittelbar nach der Bildung des Ringes.

Ueber die Finsterniss am 12. Mai 1706 berichtet Birger Vassenius:

„Es erschienen bei der Totalität mehrere röthliche Flecke, drei oder vier an der Zahl, welche ausserhalb der Peripherie der Mondscheibe sichtbar wurden. Einer darunter war grösser als die übrigen, ungefähr in der Mitte zwischen Süden und Westen, so viel sich schätzen liess. Derselbe bestand gleichsam aus drei kleinen Theilen oder Wolken von ungleicher Länge, welche einander parallel eine gewisse Neigung gegen den Umkreis des Mondes besassen."

Bei Gelegenheit der Finsterniss von 1806 sah Ferrer kurz vor Beendigung der totalen Bedeckung, um den Mond eine Schicht, welche das Aussehen von der Sonne beschienener Wolken hatte.

V o n S w i n d e n bemerkte am 7. September 1820 (bei einer ringförmigen Finsterniss in Amsterdam) als der Mondrand noch etwas über den Sonnenrand hervorragte, einen röthlich gefärbten Bogen, der mit der Flammenspitze einer Argand'schen Lampe verglichen werden konnte.

Die Finsterniss des Jahres 1842 brachte eine Menge von Beobachtungen der Protuberanzen.

A r a g o, der zu Perpignan beobachtete, sah zwei starke, rosenrothe flammenartige Hervorragungen, die den Eindruck von überhängenden Bergen machten, welche jeden Augenblick umzustürzen drohen. Die Winkelausdehnung betrug etwa nur eine Bogenminute die wahre Erhebung also 6000 geogr. Meilen.

Als ich, sagt M a u v a i s, der ebenfalls zu Perpignan beobachtete, einige Secunden nach Beginn der totalen Verfinsterung, die Breite der leuchtenden Korona zu messen suchte, sah ich am untern Rande des Mondes einen röthlichen Punkt auftreten. 56 Secunden nach dem Verschwinden der Sonne ging dieser Punkt in zwei violettrothe, scharf begrenzte, bergartige Hervorragungen über; 70 Secunden nach Beginn der totalen Verfinsterung sah man einen dritten Berg links den beiden ersteren erscheinen und diese erreichten schliesslich eine Höhe von vielleicht 2 Bogenminuten oder fast 12000 geogr. Meilen.

A i r y, der in la Superga bei Turin beobachtete, sah ebenfalls Protuberanzen. „Während ich" sagt dieser Astronom „den Mond nach dem totalen Verschwinden untersuchte, gewahrte ich zu meiner grossen Ueberraschung drei kleine rothe Flammen; ihre Höhe überstieg kaum eine Bogenminute. Sie erschienen am wahren oberen Mondrande und die beiden äussersten standen etwa 40 Grad auf dem Umfange auseinander. Professor C ä s a r i in Vicenza bemerkte, wie er berichtet, bei den grössten Protuberanzen rothe Rauchsäulen, welche sich in ihrer aufsteigenden Bewegung kreuzten und eine heftige Agitation zu erfahren schienen. S c h u m a c h e r in Wien sah die nämlichen Protuberanzen, welche die Beobachter in Frankreich wahrnahmen und vergleicht sie mit den Gipfeln von Gletschern; ihre Winkelausdehnung schätzte er bis auf 2 Minuten

Kurz vor dem Ende der totalen Finsterniss erhob sich an demselben Theile des Mondrandes, wo der erste Sonnenstrahl aufblitzen musste, eine schmale rosenrothe Schicht, die etwa 70—80 Grad auf dem Mondrand einnahm und sammt den rothen Bergen im Augenblicke des ersten Sonnenstrahles erlosch. Struve und Schidlofsky sahen ebenfalls die Protuberanzen und schätzten ihre Höhe zu 2', sie erscheinen unbeweglich wie Berge, während der grössere Theil des Mondes von einem rosenrothen Saume umgeben war.

Bei der Sonnenfinsterniss am 8. Juli 1851 erschien auf der Westseite des Mondrandes, eine hackenförmig, wie eine Klammer gebogene Protuberanz. In der Verlängerung des Hackens aber sah man freischwebend eine geballte Masse von fast kreisrunder Gestalt, die noch 7,5^s nach dem Hervortreten der Sonne sichtbar war. Galle glaubte wahrzunehmen, dass jene Wolke durch drei oder noch mehr feine Fasern mit der hackenförmigen Protuberanz verbunden sei. Dawes erblickte die nämliche Protuberanz in Rävelsberg von carminrother Farbe und er konnte sie noch wahrnehmen, als die Sonne bereits 5 Sekunden wieder sichtbar war. Lassell, der zu Trollhätta beobachtete, bemerkt, dass jene Protuberanz wenige Grade von der Stelle entfernt lag, wo er kurz vor der Finsterniss eine Gruppe von Flecken wahrgenommen hatte. Williams, an derselben Beobachtungsstation, unterschied deutlich das scheinbare Wachsen der rothen Erhöhung in dem Maasse als der Mond nach Osten rückte. Swan behauptet, dass der Ort derselben genau mit demjenigen einer Fleckengruppe übereinstimmte, die er gleich nach Beendigung der Finsterniss in der Nähe des Sonnenrandes bemerkte. Nach den Messungen von Otto Struve, der zu Lomza beobachtete, betrug der Abstand des gekrümmten Theiles der Protuberanz vom Mondrande 79"; im Verlauf von 53 Zeitsecunden war er auf 115" gestiegen. Während dieser Zeit waren die Protuberanzen am andern Rande verschwunden oder doch auf unbedeutende Spuren reducirt, indem der voranschreitende Mond sie bedeckte.

J. J. Schmidt, der diese Finsterniss zu Rastenburg beobachtete, sah 7 bis 10 Secunden, nachdem der letzte Sonnenstrahl

verschwunden war, die erste Protuberanz aus einem weisslichen Fleck an der Basis der Korona hervortreten. Neben mehreren anderen tauchte ¼ Minute nach Beginn der Totalität gleich einem glühenden Funken die grosse hackenförmige bereits oben mehrfach angeführte Protuberanz auf. „Ich hatte“, sagt Schmidt, „Zeit genug, ihre Gestalt und verschiedenartige Färbung aufs Genauste aufzufassen und entwarf im Dämmerlichte der Korona die ersten flüchtigen Umrisse, um späterhin aus der Erinnerung das Detail nachzutragen. Bei einer Breite von etwa 20″ bis 30″ stieg sie anfangs normal aus dem Mondrande auf, ihr ursprünglich gerader, an den Rändern vielfach unebener Stamm, zeigte oben eine starke, gegen Süden gerichtete Seitenkrümmung, an welche sich nicht völlig getrennt, ein intensiv leuchtender, fast durchsichtig carminrother Ballen von runder Gestalt anschloss, dessen grösste Verdichtung in der Mitte lag und dessen Ränder von diffusem, hellröthlichem Lichte umgeben waren. Mit der grössten Bestimmtheit gewahrte ich in dieser Masse einen rundlichen Kern, fast metallisch glänzend wie Rothgold und mit eigenthümlichen lilafarbigen, sphärischen Reflexionslichtern gezeichnet, wie man solche bei gewissen Stellungen des Auges auf der Oberfläche von Glasflaschen und Kugeln, oder auf der polirten Oberfläche eine Metallkugel wahrnimmt. Der Haupttheil dieser Protuberanz, der eigentliche Stamm, war ebenfalls stark rosenroth, mit sehr zarten Nüancirungen sehr dunklen Karminroths dabei von ätherischer Klarheit und fast durchsichtig und an seinem nördlichen Rande im Allgemeinen besser begrenzt, als an seinem südlichen. An diesem (südlichen) Rande war die Gestalt lichtschwächer, heller roth und mehrfach mit sehr kurzen hellrothen Ansätzen versehen, die theilweise von ihr getrennt zu sein schienen. Nicht weniger merkwürdig sind aber die Erscheinungen, welche südlich am obern Ende der Protuberanz, die Fortsetzung des eben beschriebenen dunkelrothen Ballens bildeten. Diesem schloss sich eine hellrothe, etwas breitere Lichtmasse an, welche in einer mit dem benachbarten Mondrande parallelen Richtung gegen Süden, wenigstens 4 bis 5 deutliche, scharf gezeichnete rothe Lichtmassen

aussandte, in Gestalt von wellenförmig vom Winde bewegten Schiffswimpeln, oder wie züngelnde Flammenspitzen von rosenrother Farbe. Die grösseren von ihnen hingen mit dem Ballen zusammen, theilweise erschienen dazwischen noch mehrere sehr feine und schwache Wellenlinien völlig getrennt. Das Ganze hatte das Ansehen einer vom Winde stark gebogenen feurigen Rauchsäule, aus deren äusserstem Ende die Flammenspitzen hervorbrechen." Schmidt beschreibt weiter die merkwürdigen Erscheinungen gegen Ende der Totalität: „Etwa 4 Secunden vor diesem Momente sah ich plötzlich lebhaftes rothes Licht in Gestalt zweier sehr zarter Linien sich auf dem Rande des Mondes fortbewegen und zwar von den Fusspunkten zweier Protuberanzen aus gegen die Mitte des sie trennenden Raumes. Es war als flösse rothglühendes Metall über den schwarzen Mondrand hin und doch war diese scheinbar fliessende Bewegung nur die Folge vom Fortrücken des Mondes. Anderthalb Secunden vor dem Ende der Totalität vereinigten sich beide Linien in der Mitte zu einem vollständigen höchst zarten Bogen von stark rosenrothem Lichte, der vielleicht einem kleinern Krümmungsradius als dem des Mondes angehörte. In seiner ganzen Erstreckung schien er aus einer sehr grossen Menge der kleinsten Protuberanzen zu bestehen, von denen einige den Bogen etwas überragten. Nun glaubte ich im Momente der Bildung dieses Bogens das Sonnenlicht erwarten zu müssen — in demselben Augenlicke trennt sich die rothe Curve vom dunklen Mondrande und zwischen beiden tritt eine silberweisse und höchst intensive Lichtlinie hervor, concentrisch mit der rothen, scharf von dieser, noch mehr vom Monde geschieden. Eine Secunde lang mochte ich sie gesehen haben, zweifelnd wegen der doch zu geringen Helligkeit, ob das Ende der Totalität eingetreten sei, als plötzlich, sichelförmig in gewaltigem Glanze das wahre Licht der Sonne wie ein Blitzstrahl hervorschoss und in demselben Augenblicke die ganze Reihe der wunderbaren Erscheinungen zum Verschwinden brachte."

Schmidt schliesst aus einer eingehenden Diskussion seiner Messungen, dass die grosse gekrümmte Protuberanz sich über

einem mit Flecken und Fackeln besetzten Raume der Sonnenoberfläche gezeigt habe. Das Gleiche folgt aus den Messungen von Mauvais und Goujon zu Danzig.

Bei der Sonnenfinsterniss am 18. Juli 1860 sah Lamont in Castellon de la Plana sofort nach dem Verschwinden der Sonne, eine grosse Protuberanz hervortreten; ihr folgte eine zweite, die aus einem Conglomerat kleiner Massen zu bestehen schien, hierauf eine dritte und vierte.

Aus der Vergleichung der Beobachtungsresultate ergibt sich, dass 1860 mehrere Protuberanzen zugleich an verschiedenen Orten gesehen wurden, einzelne aber auch nur an einer oder höchstens zwei Stationen. Aehnliches fand nach den Untersuchungen von Swan auch bei der Sonnenfinsterniss von 1842 statt. Die Formen jener Gebilde waren also wechselnd und an verschiedenen Beobachtungsorten, wegen der nicht absolut gleichen Zeit der Beobachtung, zwar im Allgemeinen, nicht aber im Einzelnen gleich. Secchi in Rom schätzte 1860 die Höhe der bedeutendsten flammenartigen Hervorragung auf 2½ Minute, ihr Form war eine konische, an der Spitze leicht ausgezogen und gekrümmt. Nahe dabei befand sich eine nur halb so hohe Protuberanz, deren Ausdehnung am Mondrande etwa 5 Grad umfasste; ihr Gipfel war sägeförmig eingeschnitten. „Zum Fernrohr zurückgekehrt", berichtet der genannte Astronom, „fand ich den Anblick der Sonne sehr geändert. An Stelle zweier grossen Protuberanzen bemerkte ich eine Menge anderer, die von allen Seiten der Sonne ausliefen und deren Höhe wegen ihrer Unbeständigkeit nicht zu messen war. Den Blick nach der Stelle richtend, wo der Austritt der Sonne erfolgen musste, erstaunte ich über die Menge kleiner Protuberanzen, über denen eine rothe Wolke schwebte. Ihre Gestalt war länglich, etwa 30″ lang und 3″ breit, an den Endpunkten spitzig. Noch immer wuchs die Zahl der Protuberanzen und bildete an dieser Seite bald einen etwa 60 Grad umfassenden sägeförmig gezähnten Bogen, der stufenweise an Ausdehnung zunahm, während sein Centraltheil immer heller und breiter wurde. Die Purpurfarbe ging allmählich in das Sonnenlicht über und

die Protuberanzen verschwanden mit dem Hervortreten der Sonne.“

Bei der totalen Sonnenfinsterniss am 15. April 1865 sah Capelletti in Concepcion eine grosse feurige Protuberanz sofort nach dem Verschwinden der Sonne. Ihr gegenüber befand sich eine kleinere von derselben Form aber hellerer Farbe, und unter dem Horn lagerte sich eine Wolke von der nämlichen Färbung. Die Höhe der ersten Protuberanz mochte 2′ 40″, die der zweiten 2′ sein. Nach 38ˢ erschien eine Reihe von gefärbten Flammen, so dass der dunkle Mondrand sich nach und nach in Feuer setzte, und dieser rosige Bogen umfasste 90 Grad. „Was mich“, sagt der Beobachter, „im Augenblicke des Aufblitzens des ersten Sonnenstrahles in hohem Grade in Staunen versetzte, war der wellenförmige Rand der Sonne. Dieser Rand erschien wie der Ocean beim Cap Horn mit seinen gewaltigen Wogen.“

Aus den bis zum Jahre 1851 angestellten Beobachtungen der Protuberanzen, schloss Arago, dass diese nichts anderes als ungeheuere Wolkenmassen seien, welche in der Sonnenatmosphäre schwimmen. Woher die rothe Farbe rühre, erörterte der französische Gelehrte nicht, doch könnte man an eine Analogie mit der rothen Färbung unserer Wolken beim Auf- und Untergange der Sonne denken. Obgleich dieser Hypothese verschiedene Einwürfe sich entgegenhalten liessen, so blieb sie doch bis zu der grossen Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868 die vorherrschende. Inzwischen hatte die fortgeschrittene Wissenschaft durch Kirchhoff und Bunsen's wichtige Entdeckung, ein Mittel erhalten, die Natur der Protuberanzen direct zu untersuchen, die Materie, aus der sie bestehen, von der Erde aus zu analysiren. Dieses Mittel bietet die sogenannte Spectralanalyse dar.

Wenn man Sonnenstrahlen durch ein dreikantig geschliffenes Glas d. h. durch ein Prisma hindurchgehen lässt, so erhält man auf einer geeigneten Fläche ein lebhaft glänzendes Band, welches bekanntlich Spectrum genannt wird. Untersucht man dieses Spectrum mittels eines genügend vergrössernden Fernrohres, so erkennt man, dass es von einer Menge senkrechter, mehr oder

minder dunkler Linien durchzogen ist, die nach ihrem ersten genauen Beobachter den Namen Fraunhofersche Linien führen. Aus der Physik ist hinlänglich bekannt, dass jeder gasförmige, glühende Körper, jedes glühende Gas, wenn man seine Strahlen durch ein Prisma gehen lässt, ein Spectrum liefert, das von hellen Linien unterbrochen ist. Kirchhoff machte die wichtige Entdeckung, dass diese helle Linien sich sofort in dunkle vererben, wenn sich hinter dem glühenden gasförmigen Körper ein weiss glühender fester oder flüssiger befindet. Die so entstehenden dunkeln Linien haben die grösste Aehnlichkeit mit den Fraunhofer'schen Linien. Als Kirchhoft die Spectra verschiedner einfacher Körper untersuchte und die Lage ihrer hellen Linien genau feststellte, fand er, dass diesen hellen Linien in sehr vielen Fällen genau dunkle Linien im gewöhnlichen Sonnenspectrum entsprechen. Die Folgerung aus diesen Untersuchungen lag kla auf der Hand. Die Sonne erwies sich als ein in höchster Weissgluth befindlicher Körper, der von einer Atmosphäre umgeben wird, die eine etwas niedrigere Temperatur besitzt. In dieser Atmosphäre befinden sich eine Menge irdischer Körper im Zustande glühender Gase, z. B. Eisen, Nickel, Titan, Kalcium, Magnesium, Natrium, Chrom, Barium, Kupfer, Zink, Kobalt, Mangan, Wasserstoff. Nicht vorhanden in der Sonnenatmosphäre in einer für uns, aus einer Entfernung von 20 Millionen noch wahrnehmbaren Menge sind: Gold, Silber, Quecksilber, Kadmium, Zinn, Blei, Antimon, Arsen, Strontium, Lithium, Silicium. Nachdem solche Resultate erlangt waren, musste die Hypothese, welche in den Protuberanzen Wolkenmassen erblickt, ziemlich unwahrscheinlich erscheinen. Allein es bedurfte der directen Beobachtung gelegentlich einer grossen totalen Sonnenfinsterniss, um zu definitiven Resultaten zu gelangen. Diese Gelegenheit bot sich dar am 18. August 1868. Diese totale Finsterniss trat kurz nach Sonnenaufgang auf der Insel Perim ein, durchzog im Laufe des Vormittags Vorder-Indien, erreichte Mittags Tenasserim, darauf Anam, Borneo, Celebes und einzelne Inseln der Molukken und endigte zu Neu-Guinea. Die preussische Regierung sandte eine doppelte

Expedition zur Beobachtung aus: eine astronomische, bestehend aus den Herren Spörer, Tietjen und Engelmann. welche Molwar zu ihrem Stationspunkte wählte, und eine photographische, wobei die Herren Thiele, Zenker und Vogel. Diese letztere schlug ihr Lager bei Aden an der Südwestküste Arabiens auf.

Die von Oesterreich abgesandte Expedition bestand aus den Herren Weiss, Oppolzer und Sziha und wählte Perim zur Beobachtungsstation.

Auch von Frankreich gingen zwei Expeditionen aus, die eine unter der Leitung von Stephan beobachtete in Whatonne, die andere von Janssen repräsentirte, stationirte in Guntoor.

Von Seiten Englands beobachtete Lieutenant Herschel, ein Verwandter des grossen Astronomen gleiches Namens in Jamcandi, und Major Tennant in der Nähe von Guntoor. Ausserdem war noch eine grosse Anzahl anderer Beobachter in dem Finsternissgebiete thätig, so bei Manila einige Mitglieder des Jesuitenordens, der neuerdings auf dem Gebiete der Astronomie sehr thätige Vertreter aufzuweisen hat.

Ueber die gewonnenen Resultate berichtete zuerst ein kurzes Telegramm von Janssen, in welchem das Spectrum der Protuberanzen als sehr merkwürdig bezeichnet wurde. Genauere Nachrichten kamen bald darauf von der andern französischen Expedition, welche zu Whatonne beobachtete. Der Bericht Stephan's lautete in der Hauptsache:

„Der Morgen des 18. August war ziemlich schön. Einige leichte Wolken durchzogen die Atmosphäre. Jedoch gegen 9 Uhr wurde das Wetter unruhig. Dicke Wolkenmassen stiegen von Kaw Luang aus gegen das Zenith und durchzogen den Himmel mit reissender Schnelligkeit in der Richtung von Südwest nach Nordost.

„Die erste Berührung war unsichtbar; fortwährend häuften sich die Wolken auf, alles kündete einen gewaltigen Sturm an, ja sogar einige Meilen oberhalb des kleinen Dorfes Wha-Whan begann es zu regnen. Einen Augenblick hielt ich alles für ver-

loren. Die Finsterniss war schon weit vorangeschritten. Glücklicher Weise hielten, ungefähr 20 Minuten vor der zweiten Berührung, die Wolken fast plötzlich inne; allmählich zerstreuten sie sich und 10 Minuten nachher war der Himmel ganz frei in einer ziemlich ausgedehnten Gegend um die Sonne. Als der letzte Strahl verschwunden war, erschien, wie man mir sagt selbst dem blossen Auge sichtbar, eine grosse Protuberanz, die Korona und das was man die Glorie nennt. Bald waren vier Gruppen von Protuberanzen sichtbar, welche sich im Fernrohre mit einer ausgezeichneten Klarheit darstellten. Ihre Farbe war korallenroth mit einem Anfluge von violett. Zwei der Protuberanzen erschienen gezahnt, die südöstlichste war mehr flockenartig. Während ich genau die Lage der Protuberanzen zu bestimmen suchte, beschäftigten sich die Herren Rayet und Hatt mit der spectroskopischen Untersuchung derselben. Sie constatirten, dass das Spectrum der Protuberanzen zusammengesetzt ist aus glänzenden Streifen und begründeten die äusserst wichtige Thatsache, dass die Protuberanzen gasige Materie sind."

Rayet sagt in seinem Berichte:

„Das Instrument, dessen ich mich in Whatonne zur optischen Untersuchung des Lichtes der Protuberanzen bediente, bestand aus einem Telescope mit versilbertem Glasspiegel von 20 Centimeter im Durchmesser und aus einem Spectroscop, das aus drei sehr stark brechenden Prismen zusammengesetzt war. Der Spalt desselben hatte eine solche Stellung, dass er unter einem rechten Winkel die leuchtende Sichel schnitt, welche einige Secunden vor der totalen Finsterniss erscheint. Auf dem Grunde eines Spectrums mit sehr scharfen dunkeln Linien, welches von dem zerstreuten atmosphärischen Lichte gebildet wurde, sah man einen viel leuchtendern Streifen, welcher das Spectrum des Lichtes war, welches das Ende des Horns ausstrahlte. So gering auch die Höhe dieses Theiles war, man unterschied an demselben nichts Besonderes. Die dunkeln Linien hatten sowohl in Breite als nach Intensität ganz das Aussehen, wie die Linien des gewöhnlichen Sonnenspectrums. Die Beobachtung der Hörner wurde einige

Secunden vor dem Eintritte der totalen Verfinsterung unterbrochen, um die am Telescope angebrachten Blendungen zu entfernen und den Spalt des Spectroscops etwas weiter zu machen, damit es zur Untersuchung der Protuberanzen bereit sei. Im Moment der totalen Verfinsterung wurde der Spalt des Spectroscops auf die lange Protuberanz gerichtet, welche sich am Ostrande der Sonne zeigte. Ich sah sofort eine Reihe von 9 hellen Linien, welche nach ihrer Vertheilung in dem Gesichtsfelde, ihrer relativen Entfernung, ihrer Farbe und endlich nach ihrem Gesammteindrucke, mir schienen verglichen werden zu müssen mit den Hauptlinien des Spectrums B, D, E, b, einer unbekannten, F und zwei Linien der Gruppe G. Diese Linien hatten einen sehr lebhaften Glanz und hoben sich sehr scharf von dem blassen, aschgrauen Himmelsgrunde ab."

„Die Protuberanzen sind somit Strahlen einer glühenden Gasmasse, die Flammen eines chemischen Processes von ungeheurer Mächtigkeit. Ich muss noch bemerken, dass das Licht der Korona sehr schwach ist im Vergleich zu dem der Protuberanzen. Denn während das Licht der letzteren ein sehr lebhaftes Spectrum gab erhielt ich von ersterer trotz der ziemlich grossen Oeffnung des Spaltes kein merklich gefärbtes Spectrum."

„Während der vorhergehenden Beobachtungen war der Spalt des Spectroscops parallel zur Länge der Protuberanz. Wurde nun der Spalt um 90 Grad gedreht, so verkürzten sich die hellen Linien von einer merklichen Höhe, entsprechend der geringen Breite des leuchtenden Horns. In der Beobachtung ist also kein Irrthum möglich, die hellen Linien bilden das Spectrum des Lichtes der Protuberanzen. Während das Spectroscop in der ersten Stellung war (der Spalt parallel der Länge der Protuberanz), zeigten die sehr hellen Linien, welche D, E und F entspechen, über ihre mittlere Länge eine Verlängerung in einer sehr schwach leuchtenden Linie. Ein bestimmter Theil der glühenden Gasmasse, welche die Protuberanzen bildet, verbreitet sich also in der Sonnatmosphäre über die Gränzen hinaus, welche das Auge im Allgemeinen diesen Bildungen zuschreibt."

„Nachdem die Prüfung dieser ersten Protuberanz beendigt war, richtete ich den Spalt auf die grosse leuchtende Gegend, welche sich im Westen der Sonne befand. Das Spectrum zeigte sich auch dieses Mal aus hellen Linien gebildet, die sich wie im ersten Falle verhielten, doch konnte ich nur eine einzige violette Linie sehen. Die Protuberanzen scheinen sonach nicht gleiches Licht zu entsenden."

Die Wahrnehmungen von Lieutenant Herschel zu Jamcandi, haben die Beobachtungen von Rayet im Hauptsächlichen durchaus bestätigt.

„Am Morgen des 18. August", so berichtet der Beobachter, „war der Himmel klar, aber bald bedeckte der Monsun das Firmament mit dickem Gewölk. Eine Viertelminute vor der Totalität entzog eine dicke Wolke die Sonne. Das Spectroscop war so gerichtet, dass es das Spectrum zeigen musste, sobald dieses sichtbar zu werden begann. Man kann sich einen Begriff von der fieberhaften Geistesspannung in diesem Augenblicke machen! Die Wolken zerstreuten sich in der Richtung der Bewegung des Mondes und enthüllten auf diese Weise den obern Sonnenrand mit seiner strahlenden funkelnden Korona, dann den entgegengesetzten Rand. Sofort bemerkte ich eine Protuberanz. Mit Ausnahme eines raschen Blickes, um den Augenblick der zweiten Berührung der Sonnen- und Mondränder aufzufassen, habe ich fortwährend im Spectroscop beobachtet. Ich hätte sehr wohl aus meinem Zelte einen Augenblick hinaustreten können, um mich draussen umzusehen, während Wolken die direkte Ansicht der Sonne raubten. Dass ich dieses nicht gethan habe, erklärt sich durch die vollständige Abwesenheit des Geistes bezüglich jedes andern Objectes als dessen, was sich meinen Augen im Spectroskop darbot. Nachdem ich die Lage der Protuberanz bestimmt hatte, kehrte ich zum Spectroskop zurück. Ein einziger Blick des Auges genügte, mir die Lösung des Problems zu geben! Drei lebhafte farbige Linien: Roth, Orange, Blau! Ich glaube, dass ich in diesem Augenblicke etwas überreitzt war. Mit Lebhaftigkeit und ohne Nothwendigkeit rief ich meinem Secretair zu: Roth, Grün,

Gelb, in dem Glauben ich habe gesagt: Roth, Orange, Blau! Jetzt verlor ich aber keine Zeit mehr, um die Lage der hellen Linien festzusetzen. Ununterbrochen zogen Wolken über die Sonne weg und liessen die hellen Linien nur von Zeit zu Zeit sichtbar werden. Ein Spectrum der Korona habe ich nicht gesehen."

Herschel glaubte nicht, dass die orange Linie mit D des Sonnenspectrums (der Sodiumlinie) identisch sei, ebenso mochte er nicht behaupten, dass die blaue Linie mit F (Wasserstoff) zusammenfalle. Die rothe Linie muss in der Nähe von C (Wasserstoff) und zwar zwischen C und B des Sonnenspectrums gelegen haben.

Die englische Expedition, welche unter Leitung des Majors Tennant beobachtete, hat auch photographische Aufnahmen der totalen Finsterniss versucht, doch sind dieselben keineswegs so gut ausgefallen, wie die der deutschen Expedition zu Aden, worauf wir noch zurückkommen werden. Der Grund ist wahrscheinlich der, dass die deutsche Expedition praktisch gebildete Photographen zur Hand hatte, die schnell Meister der sich entgegenstellenden Schwierigkeiten wurden, was bei den Engländern nicht der Fall gewesen ist.

Major Tennant fand das Spectrum der grossen hornförmigen Protuberanz aus hellen Linien bestehend und glaubte, dass drei derselben den Linien C D b des Sonnenspectrums entsprechen. Derselbe Beobachter sah ferner eine helle Linie im Grün in der Nähe von F, allein es blieb ihm nicht Zeit mehr, die genaue Position dieser Linie zu bestimmen. Endlich glaubt Tennant noch im Blau Spuren einer Linie wahrgenommen zu haben. Die Resultate seiner Wahrnehmungen fasste der brittische Beobachter dahin zusammen, dass die Atmosphäre der Sonne, wenigstens in geringer Entfernung vom Sonnenrande, vorzugsweise aus einem nicht leuchtenden oder schwach leuchtenden Gase bestehe. Auf den von den Engländern aufgenommenen photographischen Darstellungen zeigt sich ein seltsam geformtes Horn am Sonnenrande. Es ist die bereits mehrfach genannte

grosse Protuberanz. Die scheinbare Höhe derselben betrug ungefähr 3 1/3 Bogenminuten, die wahre übertraf also den Erddurchmesser mehr als 11mal und erreichte 19000 bis 20000 geogr. Meilen. Diese Protuberanz zeigt eine höchst merkwürdige spiralige Structur; sie gleicht einem Lichtstreifen, der spiralförmig um ein halb durchscheinendes Centrum gewunden ist. Bereits im Jahre 1860 hatte Warren de la Rue auf seinen Photographien der damaligen Sonnenfinsterniss, die analoge Beschaffenheit einer eigenthümlich geformten Protuberanz gefunden.

Die deutsche astronomische Expedition, welche zu Molwar beobachtete, ist leider vom Wetter gar nicht begünstigt gewesen. „Was unsere Wahrnehmungen betrifft", sagt Engelmann, „so erstrecken sich dieselben auf Messung oder Schätzung zweier Protuberanzen und der Korona; mehr zu erreichen war nicht möglich, da wir die Sonne nur während 5 Secunden in der Totalitätszeit sahen. Ich schätzte die Länge der grössten Protuberanz zu ein Achtel Sonnendurchmesser oder beinahe vier Bogenminuten, die Breite zu einer Minute; die Figur schien mir keulenartig solid; die Farbe rosenroth, ebenso wie die einer andern am untern Rande fast gegenüber gelegenen, die ich aber nur noch im letzten Moment erhaschen und nicht mehr nach ihrer Grösse schätzen konnte."

Zu Aden ist es den Mitgliedern der photographischen Abtheilung der norddeutschen Expedition gelungen, in der kurzen Zeit von 3 Minuten, welche dort die totale Verfinsterung dauerte, 6 Bilder der Erscheinung auf den Platten zu erhalten. „Für diesen Zweck", schreibt Vogel, „hatten wir uns förmlich vor dem photographischen Fernrohre einexercirt, gerade wie Artilleristen vor ihren Kanonen. Dr. Fritsche machte die Platte in dem ersten Zelt, Dr. Zenker schob die Kassette in das Fernrohr, Dr. Thiele exponirte und ich entwickelte in dem zweiten Zelt. Der entscheidende Moment kam immer näher; der mit banger Sorge von uns betrachtete Wolkenhimmel zeigte zu unserer Freude jetzt einige Lücken, durch welche die breite, theilweise vom Monde bedeckte, als Sichel erscheinende Sonnenscheibe

sichtbar wurde. Die Landschaft erschien in dem seltsamsten Lichte, beinahe ein Mittelding zwischen Sonnen- und Mondlicht. Die chemische Lichtstärke erwies sich auffallend schwach. Immer kleiner wurde die Sonnensichel und die Wolkenlücke schien sich noch mehr zu öffnen. Wir schöpften Hoffnung. Die letzte Minute vor der Totalität verging im Fluge. Dr. Fritsche und ich krochen eiligst in unser Zelt und blieben daselbst; von der Totalität haben wir leider unter diesen Umständen nichts gesehen. Unsere Arbeit begann. Die erste Platte wurde probeweise 5 bis 10 Secunden belichtet, um zu sehen, welche Zeit ungefähr die richtige sei. Muhamed unser schwarzer Diener, brachte mir die erste Kassette in's Zelt. Ich goss den Eisenentwickler klar über die Platte, gespannt der Dinge harrend, die da kommen sollten. — Da erlosch meine Lampe. — Licht! Licht! rief ich. Aber Niemand hörte; Alle hatten vollauf zu thun. Da griff ich selbst zum Zelt mit der Hand hinaus — in der Linken die Platte haltend — fand glücklich eine kleine Oellampe, die ich mir für alle Fälle bereit gestellt hatte und jetzt sah ich das Sonnenbildchen auf meiner Platte erscheinen; der dunkle Sonnenrand war umgeben mit einer Reihe eigenthümlicher Erhebungen auf der einen Seite, auf der andern zeigte sich ein seltsames Horn. Beide Erscheinungen vollkommen analog in beiden Bildern. — Meine Freude war nicht gering. — Doch es war keine Zeit zum Freuen. Bald war die zweite und eine Minute später auch die dritte Platte in meinem Zelt. „Die Sonne kommt", rief Zenker; die Totalität war vorüber. Alles erschien aber als das Werk eines Augenblicks, so rasch war uns die Zeit verflossen. — Die zweite Platte zeigte bei der Entwicklung sonderbarer Weise nur schwache Spuren eines Bildes. Vorübergehende Wolkenschleier hatten im Augenblicke der Exposition die photographische Wirkung fast gänzlich verhindert. Die dritte Platte zeigte wieder zwei gelungene Bilder mit Protuberanzen am untern Rande."

Janssen hat über seine Beobachtungen verschiedene Berichte nach Europa gesandt. Die Wichtigste wird nachstehend mitgetheilt. Ueber die von Janssen erdachte Methode die

Protuberanzen jederzeit wo die Sonne sichtbar ist, zu beobachten wird weiterhin eingehender die Rede sein.

„Am Tage der Finsterniss glänzte die Sonne seit ihrem Aufgange obwohl sie sich in einer Dunstschicht befand. Bald erhob sie sich aus derselben und in dem Augenblicke wo unser Fernrohr den Beginn der Verfinsterung anzeigte, leuchtete sie in reinem Glanze. Während der ersten Phase zogen einige leichte Dünste vor der Sonne vorbei, aber als der Augenblick der Totalität nahte, war der Himmel wieder ziemlich klar."

„Inzwischen wurde das Licht immer schwächer und die Gegenstände um uns herum erschienen wie vom Mondlichte beleuchtet. Die Sonne ist bis zu einer schmalen Lichtsichel verkleinert. Man verdoppelt seine Aufmerksamkeit. Der Spalt des Spectralapparats wird genau auf diejenige Stelle des Mondrandes gerichtet wo dieser die letzten Sonnenstrahlen verdecken wird. Plötzlich wird es ganz dunkel und die Spectralbilder verändern sich gleichzeitig in sehr merkwürdiger Weise."

„Zwei Spectra, aus fünf oder sechs sehr glänzenden Linien roth, gelb, grün, blau und violett, erscheinen im Gesichtsfelde und ersetzen das prismatische Sonnenbild. Diese beiden Spectra welche etwa eine Bogenminute Höhe haben, entsprechen einander ganz genau. Ein dunkler Raum trennt sie, in welchem ich keine einzige helle Linie wahrnehme. Mittels des Fernrohres überzeugt man sich, dass die beiden Spectra von zwei glänzenden Protuberanzen herrühren, welche in demselben Augenblick zur Rechten und zur Linken von dem Punkte aufleuchten, wo eben das Erlöschen des letzten Sonnenstrahles stattgefunden hat. Die Protuberanz links erreicht eine Höhe von mehr als 3 Bogenminuten und erinnert an die Flamme eines Schmiedefeuers, welches heftig vom Wind angefacht, aus den Oeffnungen der Feuerung herausschlägt. Die andere, westliche Protuberanz gleicht von der untergehenden Sonne beleuchteten schneebedeckten Gebirgsmassen die auf dem Mondrande ruhen.

„Die eben mitgetheilten Beobachtungen beweisen:

1) die gasartige Natur der Protuberanzen

2) die allgemeine Aehnlichkeit ihrer chemischen Zusammensetzung.
3) dass wir diese Zusammensetzung selbst kennen, denn die rothe und blaue Linie der Spectra waren keine anderen als die charakteristischen Linien des Wasserstoffgases."

Die Beobachtungen der totalen Sonnenfinsterniss von 1868 haben, wie man unmittelbar sieht, die alte von Arago formulirte Meinung, die Protuberanzen seien Sonnenwolken, definitiv gestürzt. Dank dem mächtigen Hülfsmittel der Spectralanalyse wissen wir heute, dass wir in jenen Gebilden nichts anders als ungeheure Massen glühender Gase zu erblicken haben, die züngelnd bis zu Höhen von 20000 geogr. Meilen über die gewöhnliche Oberfläche des glühenden Feuerballes der Sonne emporlodern. Wir wissen, dass das wirksame Princip in jenen ungeheuren Feuergarben hauptsächlich Wasserstoffgas ist; dieses nimmt also, wahrscheinlich in Folge seines geringen specifischen Gewichtes, die äusserste Stelle an der Oberfläche des glühenden Sonnenballes ein.

Ueber die Mittel Protuberanzen auch ausserhalb totaler Sonnenfinsternisse zu beobachten.

Die Frage nach der Sichtbarkeit der Protuberanzen auch ausserhalb der sehr seltenen totalen Sonnenfinsternisse, ist mehr als eine Frage müssiger Neugierde. Die kurze Dauer der Totalität zusammen mit der Seltenheit dieser Erscheinung überhaupt, sind nicht geeignet, das Studium einer Reihe von wichtigen Fragen zu begünstigen, welche sich auf die Veränderungen und die Periodicität, sowie auf den möglichen Einfluss jener Gebilde auf die Erde beziehen.

Der Grund wesshalb man im allgemeinen die Protuberanzen nur bei totalen Finsternissen wahrnimmt, nicht aber wenn die

Sonnenscheibe durch einen undurchsichtigen Gegenstand im Brennpunkte des Fernrohrs verdeckt wird, ist in dem hellen atmosphärischen Lichte zu suchen, welches die nächste Nähe der Sonnenscheibe umgibt. Alles was dazu beiträgt dieses Licht zu schwächen, wird in dem nämlichen Verhältnisse die Sichtbarkeit der Protuberanzen begünstigen. Man weiss aus den Berichten von Reisenden, dass auf den Gipfeln der Hochgebirge die blaue Farbe der Luft merklich dunkler ist und bisweilen selbst hellere Sterne gleichzeitig mit der Sonne wahrgenommen werden. Bei manchen totalen Finsternissen ist die Dunkelheit des Himmels keineswegs bedeutender als diejenige, welche man auf sehr hohen Berggipfeln beobachtet. „Es ist also die Hoffnung", sagte Arago 1851, „keineswegs chimärisch, dass ein geübter Astronom vom Gipfel eines sehr hohen Berges aus, im Stande sein könnte regelmässig alle Tage die Protuberanzen zu beobachten, zu bestimmen, was in ihrer Erscheinung Bleibendes und Veränderliches ist, die Perioden ihres Verschwindens und Wiedererscheinens zu untersuchen, endlich Data zu sammeln, welche über die dunkelsten Fragen der Meteorologie vielleicht Licht zu verbreiten bestimmt sind."

Diese Vermuthungen Arago's haben sich bis zur Gegenwart nicht bestätigt, besonders hat die astronomische Expedition von Piazzi-Smyth nach dem Pic von Teneriffa entschieden die Sichtbarkeit von Protuberanzen auf sehr hohen Bergen zurückgewiesen.

Littrow, der verdiente Director der Wiener Sternwarte, machte den Vorschlag die Sonne bei ihren Auf- oder Untergängen im Meere zu beobachten. Es ist klar, dass auch bei dieser Gelegenheit das diffuse Licht der Atmosphäre in der Nähe der Sonne, wenn auch keineswegs ganz aufgehoben, so doch beträchtlich vermindert wird

Die Anwendbarkeit dieses Vorschlages hat sich in der That bei einer Beobachtung Tacchini's am 8. August 1865 bestätigt. Dieser Astronom sah an dem genannten Tage zu Palermo an dem zuletzt verschwindenden Sonnenrande Lichtbüschel, ganz

den Protuberanzen ähnlich und zwar an einer Stelle der Sonne, in deren Nähe am Tage vorher Secchi in Rom einen grossen runden Fleck mit einer der von Tacchini beschriebenen Gestalt ähnlich geformten Fackel beobachtet hatte.

Ausser bei totalen Sonnenfinsternissen sind Protuberanzen in äusserst seltenen Fällen auch bei ringförmigen Finsternissen beobachtet worden, so von Lord Aberdour im Jahre 1717 und neuerdings bei Gelegenheit der ringförmigen Finsterniss am 6. März 1867 von Seiten eines Mitgliedes der österreichischen Sonnenfinsterniss-Expedition in Dalmatien. Die Finsterniss hatte, als der Beobachter die Protuberanz zum ersten Male sah, erst eine Grösse von 10,1 Zollen und als sie zum letzten Male erblickt wurde, war die Bedeckung bereits wieder auf eine 10 zollige herabgesunken und selbst da entschwand die Protuberanz nur wegen eintretender Bewölkung. Die ganze Dauer ihrer Sichtbarkeit betrug eine halbe Stunde weniger 1 Minute. Derselbe Beobachter, Rziha, hat auch bei der totalen Verfinsterung vom 18. August 1868, welche er bei Aden beobachtete, eine Protuberanz länger als 1 Minute nach dem Ende der Totalität erkannt und verlor sie nur durch vorbeiziehende Wolken aus dem Gesichte.

Diese Thatsachen zeigen, wie es durchaus nicht unmöglich sein würde, dass aufmerksame Beobachter selbst bei partialen Verfinsterungen, wobei nur wenig über 3/4 der Sonne verdeckt wird, Protuberanzen wahrnehmen könnten. Es ist sehr leicht möglich, dass dies nur desshalb bis jetzt so selten der Fall gewesen ist, weil man sich von der vorgefassten Meinung leiten liess, jene Gebilde würden nur bei totalen Verfinsterungen der Sonne sichtbar. Jedenfalls verdient der Gegenstand eine ernstliche weitere Untersuchung.

Die totale Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868 hat dem französischen Physiker Janssen Gelegenheit geboten, eine Methode zu ersinnen, die Protuberanzen täglich beobachten zu können. Diese Methode beruht auf der Anwendung des Spectroscops, welches bei gehöriger Vorsicht die Spectra der Protuberanzen am Rande der Sonnenscheibe zeigt. Bereits vor Janssen hatte übrigens

Lockyer in London dieselbe Methode vorgeschlagen und es gelang ihm am 21. October in der That eine Protuberanz zu sehen, nachdem er aus Rayet's Berichte Kenntniss von dem Aussehen der Protuberanzenspectra erhalten hatte. Inzwischen hatte freilich schon Janssen in Indien die nämliche Entdeckung gemacht. Derselbe berichtet hierüber folgendes:

„Während der totalen Finsterniss glänzten die Linien der Protuberanzen in lebhaftem Glanze, so dass in mir der Gedanke auftauchte, es dürfte möglich sein, dieselbe auch ohne Sonnenfinsterniss wahrzunehmen. Unglücklicher Weise verhinderte mich das trübe Wetter nach der Finsterniss, noch an demselben Tage einen Versuch zu machen. Am Morgen des 19. August traf ich schon um 3 Uhr früh alle Vorbereitungen zu neuen Beobachtungen. Die Sonne ging sehr schön auf und kaum erhob sie sich aus den niedrigen Dunstschichten, als ich meine Forschungen begann. Mit dem Sucher des grossen Fernrohres richtete ich den Spalt des Spectroscops auf den Rand der Sonnenscheibe und zwar auf diejenige Region, wo ich am vorhergehenden Tage die leuchtenden Protuberanzen gesehen hatte. Weil der Spalt theils auf der Sonnenscheibe, theils ausserhalb derselben eingestellt war, so gab er zwei Spectra: das der Sonne und das der Protuberanzen. Die Helligkeit des Sonnenspectrums war sehr hinderlich, doch befreite ich mich hiervon, indem ich die glänzendsten Theile desselben abblendete. Ich richtete meine gespannte Aufmerksamkeit auf die Linie C, welche im Sonnenspectrum dunkel, in demjenigen der Protuberanzen dagegen hell erscheint. Plötzlich bemerkte ich eine kleine glänzendrothe Linie genau in der Verlängerung der dunklen Linie C des Sonnenspectrums. Ich richtete nun den Spalt des Spectroscops nach und nach auf alle Stellen der untersuchten Gegend. Die Linie blieb vorhanden, aber mit beträchtlichen Veränderungen ihrer Länge und ihres Glanzes. Es ergab sich hieraus eine grosse Verschiedenheit in der Höhe und Leuchtkraft der einzelnen Theile der Protuberanz. Später überzeugte ich mich, dass auch die helle Linie F gleichzeitig mit C erscheint. Nachmittags untersuchte ich die Gegend aber-

mals. Es zeigten sich grosse Veränderungen in der Vertheilung der Materie der Protuberanzen. Bisweilen trennten sich die Linien in einzelne Theile, die sich nicht durch Verschiebung des Spaltes vereinigen liessen. Das bewies das Vorhandensein isolirter Wolken, die sich seit dem Morgen gebildet hatten.

„In den folgenden Tagen benutzte ich jede Gelegenheit, die neue Methode anzuwenden und zu vervollkommnen. Als ich mit grosser Aufmerksamkeit die hellen Linien der Protuberanzen betrachtete, fand ich, dass sie bisweilen in die dunklen Linien des Sonnenspectrums hineingreifen."

„Im Princip beruht die neue Methode auf dem ungleichen Verhalten des Lichtes der Protuberanzen und der Photosphäre, sobald dasselbe in sein Spectrum zerlegt worden ist. Das Licht der Sonnenphotosphäre strahlt von glühenden festen oder flüssigen Theilchen und übertrifft dasjenige der Protuberanzen, welches von Gasen ausgetrahlt wird, in sehr bedeutendem Masse. Die Spectralanalyse ändert diese Helligkeitsverhältnisse beträchtlich. In der That dehnt ein Prisma das Licht der Photosphäre über das ganze Spectrum aus und schwächt es dadurch beträchtlich, während die Protuberanzen auf eine geringe Zahl heller Lichtbündel reducirt werden. Es kann demnach das Spectrum der Protuberanzen leichter wahrgenommen werden, als ihr directes Bild.

„Die Untersuchung der chemischen Beschaffenheit der Protuberanzen bei totalen Sonnenfinsternissen war bisher in gewissem Sinne ungenau, da man, um die Lage der hellen Linien festzustellen, zu Skalen seine Zuflucht nehmen musste. Die neue Methode gestattet es, direct die hellen Linien rücksichtlich ihrer Lage im Spectrum mit den dunkeln zu vergleichen und gewährt auf diese Weise eine absolute Sicherheit.

„Die hauptsächlichsten der bisher erzielten Resultate sind:

a) die bei den totalen Sonnenfinsternissen sichtbaren Protuberanzen gehören der Umgebung der Sonne an.

b) Sie bestehen vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich aus glühendem Wasserstoff.

c) Diese Massen zeigen Bewegungen, von deren Grossartigkeit wir uns kaum eine Vorstellung machen können. In Zeit von wenigen Minuten verändern sich Volum und Lage von Massen, die hundertmal mehr Raum einnehmen, als der ganze Erdball."

Nachdem die von Janssen durchgeführte Beobachtungsweise in Europa bekannt wurde, beeilte man sich von verschiedenen Seiten, den Gegenstand weiter zu verfolgen. Besonders hat Secchi in Rom auf dem neuen Felde erstaunlich viel geleistet. Seine hauptsächlichsten Resultate in dieser Beziehung sind: der Nachweis von Wasserdampf in der Nähe der Sonnenflecke und die Auffindung einer Schicht über dem eigentlichen Sonnenrande, welche ein continuirliches Spectrum gibt. Von Kirchhof's Ansicht ausgehend, vermuthet Secchi, dass dieses die „umkehrende Schicht" Kirchhoffs sei. Janssen verwirft überhaupt die Existenz einer derartigen Schicht und spricht die Ansicht aus, dass die Umkehrung der hellen Linien in dunkle in der Photosphäre selbst vor sich gehe.

Die Beobachtungen von Secchi zeigen aber, dass in der That eine dünne Schicht im Sinne der Kirchhoff'schen Theorie existirt, die wegen ihrer geringen Dicke allerdings nur mit sehr vorzüglichen Instrumenten und unter Anwendung besonderer Vorsichtsmassregeln wahrgenommen werden kann. Lockyer hat sich neuerdings entschieden gegen das Vorhandensein einer Schicht mit continuirlichem Spectrum zwischen der Photosphäre und der „Chromosphäre" ausgesprochen, doch dürfte den positiven Angaben Secchi's mehr Gewicht beizulegen sein, schon allein aus dem Grunde, weil der römische Astronom unter einem weit vorzüglicheren Himmel beobachtet, als der Beobachter in England. Doch muss man allerdings zugeben, dass die Existenz einer besonderen Schicht, in welcher sich die Umkehr der hellen Spectrallinien in dunkle vollzieht, heute physikalisch durchaus nicht mehr nothwendig erscheint. Secchi hat auch gefunden, dass schon die feinen Cirruswolken unserer Atmosphäre hinreichen, um die rothen und die anderen helleren Linien des Wasserstoffs in dunkle zu verwandeln.

wesshalb man jene hellen Linien nur bei sehr klarem Wetter sehen kann.

Die Ergebnisse welche Lockyer erhalten, sind nicht minder interessant. Dieser Forscher hat in Gemeinschaft mit Frankland unermüdlich auf dem von ihm zuerst angezeigten Wege weitergearbeitet und in verschiedenen Abhandlungen die Ergebnisse der beiderseitigen Untersuchungen der Pariser Akademie vorgelegt. Er unterscheidet eine vollständige Hülle rings um die Sonne die er „Chromosphäre" nennt; in ihr nimmt die Fraunhofersche Linie F im Grün die Form einer Pfeilspitze an, indem sie von oben nach unten an Breite zunimmt, während bei den Protuberanzen diese Breite vollkommen gleichmässig ist. Bisweilen ist die Linie F der Protuberanzen sehr glänzend und schwillt an, sodass sie gewissermassen eine Kugel über der Chromosphäre bildet. Bisweilen erscheint auch eine neue Linie in der Chromosphäre und ebenso kommt dort in der Nähe von D eine Linie vor, welche keiner dunklen Linie im gewöhnlichen Sonnenspectrum entspricht. Doch ist es später Tietjen in Berlin gelungen, nachzuweisen, dass auch dieser hellen Linie eine sehr feine dunkle im normalen Sonnenspectrum entspricht. In Bezug auf das Breiterwerden der Linie F erinnern die beiden genannten Forscher daran, dass schon Plücker und Hittorf diese Erscheinungen beim Wasserstoffspectrum erkannten ohne jedoch ihre Ursache zu finden. Als solche haben Lockyer und Frankland den Druck erkannt, während eine Abhängigkeit von der Temperatur, ihnen zufolge, nicht existirt. Sie versuchten sogar den Druck zu bestimmen, welcher eine derartige Erscheinung hervorruft und fanden, dass die gasförmige Materie der Protuberanzen in einem Zustande ungemeiner Verdünnung ist, und dass selbst in den untersten Schichten der Chromosphäre der Druck viel geringer als derjenige der Erdatmosphäre sein muss. Dieselben Naturforscher glauben, dass die kugelförmige Verdickung der Linie F durch heftige Strömungen oder lokale Erwärmungen bedingt sein dürfte. Die Linien C und F können selbst in den Sonnenflecken ebenso als helle Linien erkannt werden, wie in der Chromosphäre und den Protuberanzen; sie können je

nach den lokalen Bedingungen auch vollständig fehlen, F ist sogar gleichzeitig als dunkle und als helle Linie wahrgenommen worden. Die Chromosphäre scheint sehr zusammengesetzter Natur zu sein; Lockyer hat mit seinen verbesserten Apparaten in derselben an beliebigen Stellen des Sonnenrandes im Ganzen bis jetzt 5 Wasserstofflinien, 4 Magnesiumlinien, 3 Eisenlinien, 2 Bariumlinien, 1 Natriumlinie und noch 7 andere Linien entdeckt. Während aus der Verbreiterung der Spectrallinien auf den Druck und aus ihrem Glanze auf die Temperatur der leuchtenden Substanz geschlossen wird, gestatten gewisse geringe Verschiebungen Rückschlüsse auf die Bewegungen jener glühenden Massen in der Richtung der Linie vom Beobachter zu ihnen. Eine Verschiebung der Spectrallinien nach dem rothen Ende des Spectrums hin zeigt ein Entfernen vom Beobachter an, während die Verschiebung nach der violetten Seite, ein Näherkommen beweist. Freilich müssen die Bewegungen der leuchtenden Massen sehr grosse, selbst die Geschwindigkeit der Erde übertreffende sein, falls es mit den gegenwärtigen Hülfsmitteln gelingen soll, eine Veränderung der Brechbarkeit der Spectrallinien zu erkennen. Lockyer hat nachgewiesen, dass in der That in der Chromosphäre Bewegungen der glühenden Massen in der Richtung auf den Beobachter zu mit einer Schnelligkeit von 8 geogr. Meilen in der Secunde stattfinden. Wenn die Linie F gleichzeitig hell und dunkel erscheint, so ist die helle nach der Seite des Violett, die dunkle nach jener des Roth um ein geringes verschoben. Das beweist, dass hier Absorption durch eine Masse von geringerer Temperatur stattfindet und dass diese Masse sich nach dem Sonnenmittelpunkt hin, also vom Beobachter weg, bewegt, während die heisseren Massen mit ungeheurer Gewalt emporgetrieben werden.

In der allerletzten Zeit ist es schliesslich dem unermüdlichen englischen Beobachter Huggins zuerst gelungen, die Gestalt der Protuberanzen direct zu sehen und zwar mittels des mit einem geeignet gefärbten Glase versehenen Spectroscops.

Noch weit besser ist dies Lockyer gelungen, allein die vorzüglichsten directen Beobachtungen mit Zeichnungen der Gestalt

und der Formveränderungen der Protuberanzen verdankt man Zöllner, doch ist es nicht thunlich, an dieser Stelle eine genauere Beschreibung des Verfahrens zu geben, welches die Letztgenannten zur Sichtbarmachung der Protuberanzen mit Glück anwenden.

Zusammenhang zwischen den Protuberanzen, den Sonnenflecken und Sonnenfackeln.

Die Protuberanzen zeigen sich bei totalen Sonnenfinsternissen nur am Rande der Sonnenscheibe; es ist aber nicht dem geringsten Zweifel unterworfen, ja sogar direct nachgewiesen, dass sie auch auf der Mitte dieser Scheibe vorhanden sind und nur wegen ihres schwachen Lichtes hier nicht in der erwünschten Deutlichkeit wahrgenommen werden. Man hat von diesen Gesichtspunkten ausgehend, schon längst die Frage aufgeworfen: In welchem Zusammenhange stehen die Protuberanzen mit den Erscheinungen welche man auf der Sonnenscheibe wahrnimmt? Um diese Frage zu beantworten, bleibt nichts anderes übrig, als die Lage der Protuberanzen am Sonnenrande mit derjenigen der hellern Stellen der Sonnenscheibe oder der Sonnenfackeln und den dunklen Flecken, welche in Folge der Umdrehung des Sonnenkörpers um seine Axe in die Nähe des scheinbaren Sonnenrandes geführt werden, zu vergleichen. Solche Vergleichungen suchte zuerst nach der Sonnenfinsterniss am 8. August 1850 Kutczycki der z Honolulu beobachtete, auszuführen. Er gelangte zu dem Resultate, dass die Protuberanzen in inniger Beziehung zu den Sonnenfackeln ständen und vielleicht durch Emanation dieser letztern hervorgebracht würden.

Zu denselben Ergebnissen gelangte Schmidt durch Untersuchung der Lage der Protuberanzen und der Sonnenflecke gelegentlich der Finsterniss vom 28. Juli 1851. Dieser Astronom fand, dass die grosse hackenförmige Protuberanz welche sich damals zeigte, fast ganz genau mit Sonnenfackeln zusammenfiel,

die grade im Sonnenrande lagen. Für eine andere Protuberanz liess sich ein solcher Zusammenhang nicht nachweisen.

Bei Untersuchung der Lage der Protuberanzen und der Sonnenflecke zur Zeit der totalen Finsterniss vom 18. August 1868 hat Prof. Spörer als Resultat gefunden, dass jene Protuberanzen als Vorläufer von spätern Fleckengruppen zu betrachten sind. Auch dieses Resultat scheint insofern für einen Zusammenhang der rothen Flammen mit den Sonnenfackeln zu sprechen, als diese letztern häufig den Flecken voraufgehen. Spörer macht auf die glanzlosen, matten Stellen aufmerksam, welche zwischen den Fackeladern vorkommen und vermuthet, dass vielleicht diese mehr als gerade die gleichzeitigen Fackeln den Protuberanzen entsprechen könnten.

Bekanntlich treten die Sonnenflecken hauptsächlich nur in zwei parallelen Zonen nördlich und südlich vom Aequator in besonderer Ausdehnung auf; Sonnenfackeln dagegen zeigen sich mehr über die ganze Oberfläche des leuchtenden Sonnenkörpers vertheilt. Dieses letztere findet auch bei den Protuberanzen statt; es würde also auch hierin eine indirecte Bestätigung für die Annahme sich zeigen, dass die Protuberanzen mit den Sonnenfackeln in gewissem Zusammenhange stehen. Die nächste Zukunft wird jedenfalls über diesen Gegenstand Genaueres zu Tage fördern, da man gegenwärtig Mittel besitzt, die Protuberanzen zu jeder Zeit beobachten zu können.

Ueber den Einfluss totaler Sonnenfinsfernisse auf die Thier- und Pflanzenwelt.

Es gibt vielleicht über wenig Gegenstände verhältnissmässig so viele Beobachtungen, wie über den Einfluss der totalen Verdeckungen der Sonne auf die organische Welt. Aber die wenigsten von diesen Beobachtungen sind der Art, dass sie

vor einer gesunden Kritik Stand halten oder überhaupt etwas zur Aufklärung über die ganze Sache beitragen könnten.

Gehen wir dazu über, eine Anzahl derjenigen Wahrnehmungen zusammenzustellen, welche mehr oder weniger Zutrauen verdienen und sehen wir dann zu, welche Folgerungen sich daran knüpfen lassen.

Louville berichtet, dass während der totalen Sonnenfinsterniss von 1715, die Pferde welche pflügten oder auf den Landstrassen gingen, sich nieder legten und nicht weiter gehen wollten. Diese Thatsache, ihre Richtigkeit vorausgesetzt, kann nicht durch Abnahme der Helligkeit des Tageslichtes erklärt werden, denn die Pferde gehen auch in früher und später Dämmerung bei der Arbeit ungestört ihren Weg.

Bei Gelegenheit der Sonnenfinsterniss von 1842 suchten Hühner und Tauben ihre Schläge auf, die Ameisen standen von ihrer Arbeit ab, Eulen und Fledermäuse kamen aus ihren Schlupfwinkeln hervor. Pferde, welche in Montpellier auf einer Tenne zum Dreschen des Getreides gingen, legten sich nieder; dagegen gingen die Postpferde ruhig ihren Gang weiter, „sie beachteten", sagt Arago, „die Erscheinung ebensowenig als die Locomotiven der Eisenbahn." In Cremona sollen eine Menge Vögel aus der Luft herabgefallen sein; an einem andern Orte stiessen diese Thiere gegen Häuser und Mauern an. Zu Verona und Lodi zeigten sich Hunde zur Zeit der Totalität unruhig, aber zu Mailand hat Balsamo, der hierauf besonders achtete, nichts dergleichen bemerkt.

Ueber den Einfluss der totalen Sonnenfinsterniss von 1851, auf das Verhalten der Thierwelt bemerkt J. F. J. Schmidt:

„Aus der Umgegend von Rastenburg habe ich zahlreiche Aussagen über das Verhalten der Thiere vernommen. Indem ich mich indessen auf die Mittheilung von einigen wenigen Einzelheiten beschränke, bemerke ich hier nur, dass die Sonnenfinsterniss auf Thiere, wie Pferde, Rinder und wohl auch Hunde nicht anders wirkte, als die Abenddämmerung, dass aber bei Schaafen und Schweinen, dann aber auch bei dem gezähmten Geflügel

meistens die Zeichen der Furcht unverkennbar und überwiegend waren. Auf dem Gute Neumühl bei Rastenburg verliessen, nach Thiel's Beobachtung, alle Enten den Teich und begaben sich die Hühner zu ihren Ställen; die Störche aber, die beim Anfange der Finsterniss noch in's Feld gezogen waren, kehrten kurz vor und nach der Totalität in grösster Eile schaarenweise nach den Nestern zurück. Ueberall sah man kurz vor der Totalität Sperlinge und Schwalben in der grössten Unruhe. In der Minute vor dem Beginne der Totalität suchten sie sich einen Platz auf den schrägen Dachfirsten, flogen in der Verwirrung zum Theil gegen die Mauer an und sassen lautlos, noch ehe das letzte Licht erlosch, in zwei langen schwarzen Reihen auf dem Gipfel des Hauses. Das Hervorkommen von Eulen und Fledermäusen ist so häufig bemerkt worden, dass man nicht daran zweifeln kann. Als das Sonnenlicht wieder erschien, erhoben sich die Schwalben rauschend in die Luft, die nächtigen Thiere suchten wieder ihre dunkeln Schlupfwinkel. Dass aber bei Vögeln mitunter die Furcht und der plötzliche Schreck Ursache ihrer Unruhe war, deutet auch der Umstand an, dass eine Anzahl Hühner auf einem Hofe an dem Flüsschen Guber, beim Verschwinden der Sonne in der Verwirrung aufflog, der Dunkelheit wegen aber die Thür ihres Stalles nicht fanden und sämmtlich in's Wasser fielen, wo sie umkamen. Herr Thiel liess zu Neumühl durch einen zuverlässigen Mann die Bienen und grossen Waldameisen beobachten. Die Bienen arbeiteten bis zu dem Zeitpunkte, als die Sonne ¾ verdunkelt war, in gewohnter Weise fort; von da an aber bis zur Totalität und während derselben, stürzten sie in grösster Hast nach Hause, so dass viele von der Finsterniss überrascht, nicht das Flugloch ihrer Körbe finden konnten, sondern oben auf den Brettern sitzen blieben. Am auffallendsten war es, dass sie nicht nur kurz vor, während und gleich nach der Verdunkelung ihren Ausflug einstellten, sondern auch den Rest des Tages zu Hause blieben, obgleich die Sonne hell und warm schien bis zu ihrem Untergange. In einem grossen Ameisenhaufen blieben die Thiere kurz vor dem Anfange der totalen Verdunkelung still stehen;

sie richteten sich mit dem Vordertheil in die Höhe, und flüchteten dann schleunigst in den Bau, um sich tief darin zu verbergen. — Vielfach ist Acht gegeben worden auf das Schliessen verschiedener Pflanzenblüthen, und Allgemein hat man bemerkt, dass Garten- und Feldwinden (Convolvulus) sich bei zunehmender Dunkelheit schlossen. Ich hatte auf unsern Beobachtungsplatz ein kräftiges Exemplar der Acacia lophanta bringen lassen, deren Blätter sich schon etwas zusammengefaltet hatten, weil die Pflanze vorher in einem dunkeln Raume gewesen war. Sie schloss die Blätter noch mehr während der Finsterniss am Nachmittage, und es zeigten die Pflanzen nur Eigenschaften, die man an jedem Abende, bei einigen Convolvulus-Arten selbst am Tage, wenn die Sonne gänzlich von Wolken bedeckt ist, wahrnehmen kann."

Bezüglich der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868 bemerkt die französische Beobachtungsexpedition, welche zu Whatonne beobachtete, dass die Wirkung in Bezug auf Thiere und Pflanzen fast als Null anzusehen sei. Lieutenant Warren, der in Adoin einige Meilen südlich von der Totalitätszone beobachtete, bemerkt, dass die Blumen des indianischen Feigenbaumes, der einzigen Pflanze in seiner Umgebung, sich während der Finsternisse schlossen und dann wieder öffneten.

Die Beobachter bei Manila bemerken: „Die Wirkungen, welche die totale Sonnenfinsterniss auf die Thiere ausübte, waren, dass die Hähne und Hühner ausserhalb der gewohnten Stnnde sich zum Schlafen anschickten, indem sie den Kopf unter die Flügel bargen; der Ochse begann zu brüllen. Eine Menge Waldtauben sah man erschreckt sich auf die Bäume stürzen, als wären sie verfolgt vom Geier. Endlich schloss eine schöne Mimose alle ihre Blätter und blieb so bis zum Abende."

Aus den vorstehenden Angaben ersieht man, dass im Allgemeinen der Einfluss einer totalen Sonnenfinsterniss auf die Thier- und Pflanzenwelt kein anderer ist, als derjenige, welcher immer mit einer Abnahme des Tageslichtes verknüpft ist und den man an jedem Abende studiren kann.

Einwirkung der totalen Sonnenfinsternisse auf die Atmosphäre der Erde.

Wirkungen dieser Art können in verschiedener Weise bemerklich werden, nämlich in dem Gange des Barometers, in dem Gange des Thermometers und schliesslich in der Richtung und Stärke des Windes, sowie in der Menge der Bewölkung. Leider treten totale Sonnenfinsternisse aber viel zu selten auf, um besonders einen Einfluss derselben auf den Gang des Barometers mit Sicherheit erkennen zu können. In einigen Fällen von grossen partialen Finsternissen, hat sich ein derartiger Einfluss überhaupt nicht gezeigt.

Viel leichter bemerkbar hingegen ist der Einfluss der Sonnenfinsternisse auf das Thermometer. In der That, derjenige Punkt der Erdoberfläche, für welchen eine Sonnenfinsterniss stattfindet, ist eines mehr oder minder grossen Theils des Sonnenlichtes und der Sonnenwärme gleichsam wie durch einen Schirm beraubt, er empfängt also nicht so viel Wärme als unter den entsprechenden normalen Verhältnissen, die Temperatur muss also niedriger sein. Die Beobachtungen bestätigen dies ganz und gar.

Bei der totalen Sonnenfinsterniss des Jahres 1842 betrug das Sinken der Lufttemperatur im Schatten 3 Grad des hunderttheiligen Thermometers. Ein Thermometer mit schwarzer Kugel, der Sonne ausgesetzt, sank um 8,7°. Auf den Feldern rings um Perpignan fiel nach der totalen Verfinsterung starker Thau. Während der totalen Finsterniss des Jahres 1851 sank zu Rastenburg ein der Sonne ausgesetztes Thermometer um 3,5°C, ein anderes, welches sich im Schatten befand um 2,7°C. Während der Totalität fiel sehr starker Thau.

Gelegentlich der ringförmigen Sonnenfinsterniss am 30. Oktober 1864 wurde zu San Catharina in Brasilien das Thermometer in regelmässigen Zwischenräumen von 10 Minuten beobachtet.

Zu Anfang der Finsterniss war der Stand desselben in der Sonne 34,0°C, im Schatten 23,0°C. Die Wärme nahm, besonders

in der Sonne sehr regelmässig ab. Zur Zeit der Mitte der Finsterniss zeigt das Thermometer in der Sonne 2,8°, sank aber während der nächsten 10 Minuten noch um 0,8°C. Das Thermometer im Schatten zeigte bei der Mitte der Finsterniss 21,2°C und sank in den folgenden 10 Minuten noch um 0,2°, so dass beide Instrumente zu dieser Zeit gleiche Temperatur zeigten. In der Höhe bildeten sich beträchtliche Nebel, so dass die Beobachter eine Zeit lang fürchteten, der Himmel würde sich vollständig bedecken.

Die Beobachter, welche bei Manila den Verlauf der Sonnenfinsterniss des August 1868 verfolgten, haben gleichzeitig auch Thermometerbeobachtungen angestellt. Das der Sonne ausgesetzte Thermometer fiel während der Finsterniss um 25,6° R und sein niedrigster Stand, 23,3° R, wurde zur Zeit der Mitte der Totalität wahrgenommen. Von dieser sehr bedeutenden Temperaturabnahme zeigte das im Schatten hängende Thermometer keine Spur, seine Aenderungen betrugen zwischen 1 Uhr und 3 Uhr Nachmittags nur 0,4° R.

In Folge der Temperatur-Erniedrigung bei totalen Sonnenfinsternissen entstehen Luftströmungen. Der sogenannte „Finsternisswind" ist bei sehr vielen Sonnenfinsternissen entschieden wahrgenommen worden.

Ein sehr merkwürdiges und auch am 18. August 1868 mehrfach beobachtetes Factum, scheint die plötzliche Aufheiterung des vorher von Wolken bedeckten Himmels während der Totalitätszeit zu sein. Diesem merkwürdigen Umstande sind verschiedene werthvolle Beobachtungen von Sonnenfinsternissen zu danken, die sonst nicht hätten angestellt werden können. Soll man diese plötzlichen Aufheiterungen des Himmels als zufällig betrachten oder liegt ihnen eine physikalische Nothwendigkeit zum Grunde? Diese Frage ist gegenwärtig schwer zu lösen. Die künftigen Beobachter von Sonnenfinsternissen werden wohl thun auf den hier erwähnten Umstand aufmerksam zu sein.

Die Mondfinsternisse, ihre Beobachtungen und Erscheinungen welche sie darbieten.

Die Mondfinsternisse, welche für die früheren Astronomen eine fast gleiche Wichtigkeit besassen, wie die Sonnenfinsternisse, können heute keineswegs mehr mit diesen auf gleiche Linie gestellt werden, wenngleich sie immerhin manches Interressante darbieten.

Beobachtung der Mondfinsternisse.

Zur wissenschaftlichen Beobachtung einer Mondfinsterniss bedarf es eines wenigstens 20 bis 30 mal vergrössernden Fernrohres, einer hinsichtlich ihres Ganges genau controllirten Uhr und einer guten Mondkarte, wozu sich die Beer' und Mädler'sche am besten eignet. Es wurde dieser Hülfsmittel ausdrücklich desshalb hier gedacht, weil die Freunde der Himmelskunde häufiger Gelegenheit haben, eine Mondfinsterniss beobachten zu können und dadurch Anregung finden, auch mit mittelmässigen Instrumenten unter Umständen sehr brauchbare Beiträge zur Lösung gewisser Fragen zu liefern. Für Sonnenfinsternisse ist dies keineswegs in gleichem Grade der Fall, vielmehr bedarf es hier der besten Instrumente und sehr geübter Beobachter, wenn die gelieferten Resultate einigen Werth beanspruchen wollen.

Von dem Erdschatten während einer Mondfinsterniss,

Derjenige Theil des Erdschattens, welcher sichbei einer Mondfinsterniss auf der Mondscheibe projicirt, bildet immer einen Theil

eines Kreises. Es ist dies, wie wir früher gesehen haben, der Theorie zu folge nothwendig, aber der scheinbare Halbmesser dieses Schattenkreises zeigt sich jedesmal grösser, als er derselben Theorie nach sein müsste. Nennt man p die Mondparallaxe, π die Parallaxe der Sonne und ς den Halbmesser der Sonne, so müsste der Schattenhalbmesser der Erde, da wo er vom Monde durchschnitten wird, in Bogenmaass ausgedrückt, gleich sein: $p + \pi - \varsigma$. Dieses ist in Wirklichkeit aber nie der Fall, vielhehr fanden schon Lemonnier, Legentil und Lalande, dass dieser Schattenhalbmesser nicht unbeträchtlich grösser erscheint. Lambert gab als Regel an, den theoretisch berechneten Halbmesser des Erdschattens um $^1/_{40}$ zu vergrössern. Tobias Mayer blieb bei einer Vergrösserung von $^1/_{60}$ stehen. Allein diese Angaben können in einem bestimmten Falle sich nicht unbeträchtlich von der Wahrheit entfernen. In der That fanden Beer und Mädler bei verschiedenen Mondfinsternissen, dass der Erdschatten grösser war, als er der Rechnung nach sein sollte um $^1/_{65}$, $^1/_{28}$, $^1/_{54}$, $^1/_{50}$, woraus $^1/_{45}$ als Mittelwerth resultiren würde.

Um den genauen Werth der Grösse des Durchschnitts des Erdschattens zu finden, bleibt nichts anderes übrig, als denselben aus den Beobachtungen der Mondfinsterniss selbst zu bestimmen. Zu diesem Zwecke bedient man sich hauptsächlich der Beobachtung der Zeit des Eintritts einiger günstig gelegenen Mondflecke in den Schatten und ihres Austritts aus demselben und hier ist es eben, wo die Freunde der Astronomie, welche mit den obengenannten Instumenten versehen sind, sich nützlich machen können. In Ermangelung einer zuverlässigen und genau controllirten Uhr kann bei partialen Mondfinsternissen häufig auch eine Reihe von Zeichnungen, aus welchen sich das Maximum der Schattenausdehnung über die Mondscheibe, ersehen lässt, gute Dienste leisten, die genannte Vergrösserung des Schattens zu bestimmen.

———

Ursache der Vergrösserung des Erdschattens bei Mondfinsternissen.

Der Grund, wesshalb der Erdschatten, wenn er sich auf dem Monde projicirt (zu anderen Zeiten können wir ihn natürlich nicht wahrnehmen) grösser erscheint, als er der Rechnung nach sein sollte, ist in der Atmosphäre der Erde zu suchen.

Der Theorie nach wird die Begränzung des Schattens gebildet durch die Lichtstrahlen, welche von der Sonne ausgehend, die Erde ringsum gerade streifen oder tangiren. In unserer Figur (2) sind solche Strahlen mit s' e' und s e bezeichnet. In der Nähe derselben treffen dieselben auf die Atmosphäre, welche sie auf einem sehr langen Wege und zum Theile in den untersten Schichten durchlaufen müssen. Hierdurch werden sie so geschwächt, dass sie in der Entfernung des Mondes fast ausgelöscht erscheinen; die sichtbare Begrenzung des Schattens wird daher durch Strahlen gebildet, welche in einer gewissen Höhe über der Erdoberfläche, wo die Lichtschwächung durch die Atmosphäre weit geringer ist, vorbeigehen. Dadurch muss aber natürlich der Schattendurchmesser in der That grösser erscheinen, als er der Rechnung nach, wo auf diesen Umstand keine Rücksicht genommen wurde, sein sollte.

Je trüber und wolkiger die Atmosphäre da ist, wo die den Schattenkegel begrenzenden Strahlen die Erde tangiren, um so höher über dem Boden müssen diejenigen Lichstrahlen vorbeigehen, welche den Schatten begrenzen sollen. Die Sonnenstrahlen tangiren aber die Erdoberfläche nur an den Orten, wo die Sonne im Horizonte steht, also entweder auf- oder untergeht. Sonach hängt also die Vergrösserung des Schattendurchschnittes der Erde von den meteorologischen Zuständen der Atmosphäre aller derjenigen Orte auf unserm Planeten ab, für welche die Sonne in dem betreffenden Momente der Mondfinsterniss eben auf- oder untergeht.

Aussehen des Mondes bei seinen Verfinsterunger.

Kurz vor Beginne der eigentlichen Verfinsterung lässt sich schon eine mehr oder minder bemerkliche Helligkeitsabnahme des Mondes in Folge des Halbschattens, in welchen er eingetaucht ist, wahrnehmen und zwar mit blossem Auge meist besser, als mit dem Fernrohre. Der Kernschatten der Erde zeigt sich anfangs grau mit etwas röthlichem Schimmer, und die Mondflecke verchwinden. In dem Masse als der Schatten sich weiter über die Mondscheibe verbreitet, nimmt er eine mehr rothe Farbe an, in der das Fernrohr die einzelnen Flecke wieder unterscheiden kann. Fällt das Schattencentrum selbst auf die Scheibe, so ist die Farbe in der nächsten Umgebung desselben tief schwarzroth und nimmt allmählich an Helligkeit zu in dem Masse, als man sich vom Centrum entfernt. Die rothe Farbe ist nicht immer von gleicher Intensität, sie ist, wie bereits bemerkt, um so dunkler, je näher der Mond dem Schattencentrum steht, dann aber auch unter gleichen Umständen bisweilen mehr grau, bisweilen mehr in's rosafarbene spielend.

Gänzliches Verschwinden des Mondes bei totalen Verfinsterungen.

Der Theorie nach müsste der Mond bei totalen Finsternissen, wenn er also ganz im Kernschatten der Erde steht, gänzlich verschwinden; gleichwohl findet dieses nur äusserst selten statt.

Nach Kepler verschwand der Mond bei der totalen Mondfinsterniss am 9. Dezember 1601, Hevel bemerkte das Gleiche am 25. April 1642, während der Himmel mit funkelnden Sternen bedeckt war, dieselbe Erscheinung fand statt am 10. Juni 1816 zu London.

Schon Kepler erklärte das Nichtverschwinden als eine Eolge der Brechung, welche die Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange durch unsere Atmosphäre erleiden, wodurch sie in den Kernschatten geworfen werden und hier einen röthlichen Schimmer

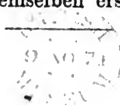
erzeugen. Diese röthliche Farbe kann nicht auffallen, wenn man sich erinnert, dass das Licht, welches die untern Schichten der Atmosphäre durchdringt, stets röthlich erscheint. Die Veränderung der Farbe, welche der verfinsterte Mond zeigt, erklärt sich ungezwungen aus dem Luftzustande derjenigen Theile der Erde, welche die Sonnenstrahlen tangiren. Ist hier sehr heitere Atmosphäre, so erscheint der Mond hellroth, bei dunstiger Luft aber düster feuerroth, ja er verschwindet gänzlich. Bei einer Mondfinsterniss im Jahre 1783 will Messier sogar verschieden erhellte Theile wahrgenommen haben, die in kreisförmiger Bewegung waren.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich leicht, dass die rothe Färbung der Mondscheibe um so lebhafter sein muss, je weiter sich der Mond zur Zeit der Finsterniss vom Erdmittelpunkte befindet. Diese Folgerung ist, wie es scheint, noch wenig durch die Beobachtungen geprüft worden, obgleich schon die Alten die Verschiedenheit in der Farbe des verfinsterten Mondes nicht entgangen war und die Griechen sich einbildeten, sie hänge von den Nachtstunden ab, in welchen die Finsterniss eintrete.

Horizontale Mondfinsternisse.

Bei den sogenannten horizontalen Mondfinsternissen, deren für einen gegebenen Ort im Laufe von 100 Jahren etwa 5 vorkommen können, hat man bisweilen den verfinsterten Mond gleichzeitig mit der Sonne über dem Horizonte gesehen. Plinius sagt in seiner berühmten Naturgeschichte, es sei wunderbar, dass einst, während Sonne und Mond einander gegenüber nahe am Horizonte gestanden, der Mond dennoch verfinstert gewesen sei, da doch der verfinsternde Schatten beim Aufgange der Sonne hätte unter die Erde fallen müssen.

Die Ursache dieser Erscheinung ist, wie schon Kleomedes errieth, in der Refraction der Lichtstrahlen in unserer Atmosphäre zu suchen, wodurch ein in der That schon unter dem Horizonte befindliches Object über demselben erscheint.



Mondfinsternisse, welche im Laufe dieses Jahrhunderts vorzugsweise in Europa sichtbar sein werden.

1870	Januar	17. (total)	Juli	12.	(total).
1871	Januar	6.	Juli	2.	
1872	Mai	22.	Nov.	15.	
1873	„	12. (total)	Nov.	4.	
1874	„	1.	Sept.	25.	
1876	März	10.	„	3.	
1877	Febr.	27. (total)	Aug.	23.	(total).
1878	„	17.	„	13.	
1879		—	Dez.	28.	
1880	Juni	22. (total)	„	16.	(total).
1881	„	12.	„	5.	
1883	April	22.	Sept.	16.	
1884	„	20. (total)	Okt.	4.	(total).
1885	März	20.	Sept.	24.	
1887	Febr.	8.	Aug.	5.	
1888	Januar	28.	Juli	23.	
1891	Mai	23.	Nov.	26.	
1892	„	11.	„	4.	(total).
1894	März	21.	Sept.	15.	
1895	„	11. (total)	„	4.	(total).
1896	Febr.	28.	Aug.	23.	
1897	Jan.	8.	Juli	3.	
1898	Juli	3.	Dez.	27.	(total).
1899	„	23. (total)	„	17.	
1900	Juni	13.		—	



Druck von R. Voigtländer in Kreuznach.

